



## **Undersøgelse af pesticidfjernelsen i Kerteminde Vandværk med henblik på procesoptimering**

Rapport udarbejdet for Fyn Amt

**Ferguson, C.; Corfitzen, Charlotte B.; Albrechtsen, Hans-Jørgen; Arvin, Erik**

*Publication date:*  
2009

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*

Ferguson, C., Corfitzen, C. B., Albrechtsen, H.-J., & Arvin, E. (2009). *Undersøgelse af pesticidfjernelsen i Kerteminde Vandværk med henblik på procesoptimering: Rapport udarbejdet for Fyn Amt*. <http://www.er.dtu.dk/publications/fulltext/2009/ENV2009-285.pdf>

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## **Undersøgelse af pesticidfjernelsen i Kerteminde Vandværk med henblik på procesoptimering**



**Camilla Ferguson  
Charlotte B. Corfitzen  
Hans-Jørgen Albrechtsen  
Erik Arvin**

DTU Miljø  
Danmarks Tekniske universitet

Rapport udarbejdet for Fyn Amt  
2009

## Sammenfatning

Grundvandet i 7 ud af 8 af Kerteminde Vandværks boringer indeholdte i 2006 ukrudtsmidlet MCPP i lave koncentrationer, under grænseværdien på 0,1 µg/L. Overraskende kunne der ikke måles MCPP (<0,010 µg/L) i det færdigbehandlede vand. Dette projekt havde til formål at afklare i hvilke(n) af vandværkets processer MCPP fjernes samt hvilke mekanismer, der var ansvarlig for fjernelsen, herunder betydningen af udskiftning af filtermaterialet i forfiltrene hvert 3. år.

Indledningsvis blev der foretaget en teknisk besigtigelse af værket for at afdække vandværkets opbygning og drift. Gennemgangen viste, at Kerteminde Vandværk var relativt kompliceret opbygget med gamle (44 m<sup>2</sup>) og nye (22 m<sup>2</sup>) efterfiltre. Fordelingen af vandføringen til hver af de to sektioner var ikke nøjagtig kendt, men ved normal drift skønnedes det, at ca. 80% af vandflowet blev ledt over de nye efterfiltre og ca. 20% over de gamle efterfiltre, resulterende i opholdstider på 8 min i de nye efterfiltre og 63 min i de gamle efterfiltre. Den tekniske gennemgang af vandværket afdækkede en uhensigtsmæssig skylleprocedure for filtrene, hvor der først skylles med luft alene. Herefter skylles med vand og luft, og til sidst med vand alene. Det første trin med luftskylning alene burde fjernes, idet det formentlig gav anledning til udfældning af kalk og ansamling af relativt tunge partikler i bunden af filterne, hvorfra de ikke ordentligt fjernes gennem de næste trin i skylleproceduren. Det uhensigtsmæssige luftskyl var formentlig årsag til, at det var nødvendigt hyppigt at udskifte filtermassen i forfiltrene.

For at undersøge hvor de enkelte stoffer omsættes/nedbrydes blev der ved to lejligheder udtaget vandprøver fra de enkelte procestrin gennem værket (råvand, efter luftning, efter forfiltre, efter efterfiltre, rentvandstank). MCPP blev fjernet i både gamle og nye efterfiltre. Der var ingen fjernelse i de forudgående processer hverken i luftningsenheden eller i forfiltrene. Da der ikke blev fjernet MCPP i forfiltrene har den hyppige udskiftning af filtermaterialet i forfiltrene ikke haft betydning for MCPP-fjernelsen. Andre uønskede stoffer, dvs. jern, mangan og ammonium, blev effektivt fjernet i vandbehandlingen.

Ved første prøvetagning, blev der udtaget vandprøver efter de gamle efterfiltre ved normal drift (80% af flow over nye efterfiltre), som viste en reduktion af MCPP over de gamle efterfiltre fra 0,037 µg/L til under detektionsgrænsen (<0,010 µg/L). Ved anden prøvetagning blev der udtaget vandprøver efter de nye efterfiltre (abnormal drift med 100% af flowet over de nye efterfiltre), hvor der kun blev målt en 50% reduktion af MCPP fra 0,046 µg/L til 0,025 µg/L. Prøver udtaget fra rentvandstanken viste dog, at blandingen af vand der havde passeret gamle og nye efterfiltre reducerede MCPP-koncentrationen til under detektionsgrænsen. Forskellen i reduktion over de nye og gamle efterfiltre skulle formentlig til dels tilskrives forskellen i opholdstid imellem de nye og gamle efterfiltre, samt at vandbelastningen over de nye efterfiltre var let forhøjet i forhold til normal drift. Desuden var MCPP-belastningen en smule højere ved måling over det nye efterfiltre. Analyse af vandprøver fra fire dybder i det nye efterfilter (10 cm, 30 cm, 50 cm og 70 cm) viste en jævn MCPP-fjernelse over dybden.

For at undersøge omfanget af bionedbrydning og sorption ned gennem efterfilteret og for at afprøve laboratoriemetoder udviklet til formålet, blev der udført en forundersøgelse i det nye efterfiltre 1. Denne bekræftede, at MCPP fjernes gennem efterfilteret, og at både sorption og bionedbrydning var involveret i fjernelsen.

Til laboratorieundersøgelserne blev der udtaget filtersand fra fire filterdybder (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm), der blev undersøgt for bionedbrydning og sorption med  $^{14}\text{C}$ -mærket MCPP (initialkoncentration på 0,20  $\mu\text{g/L}$ ) med abiotiske kontroller tilsat natriumazid.

Både bionedbrydning og sorption bidrog til at fjerne MCPP. Efter 24 timer ved 10°C blev der over de fire filterdybder fjernet 79-86% af den initiale MCPP-koncentration, med 13-18% fuldstændig mineraliseret og 11-15% fjernet ved sorption. MCPP-fjernelsen afhang ikke af den initiale MCPP-koncentration (0,07-0,2  $\mu\text{g/L}$ ) og både bionedbrydning og sorption bidrog til at fjerne MCPP. Der var ingen nedbrydning af MCPP i vandfasen af det færdigt behandlede vand, så de nedbrydende mikroorganismer må hovedsageligt have fundet på filterkornene i filtret.

MCPP sorberede højest sandsynligt til mangan- og jernoxider, formentlig især manganoxider, som blev udfældet i efterfiltrene.  $K_d$ -værdier for nye efterfilter 1 1½ døgn efter returskyl var 0,27-0,08  $\text{cm}^3/\text{g}$  ned gennem filteret. Der blev ikke målt nedbrydnings- eller biprodukter af MCPP i koncentrationer over detektionsgrænsen før eller efter efterfilteret.

Ved at fordele vandflowet mere ensartet på de nye og de gamle efterfiltre vil man kunne maksimere sorption og nedbrydning af MCPP og samtidigt opnå bedre biostabilitet af drikkevandet.

## **Forord**

Denne rapport om fjernelse af herbicidet MCPP i Kerteminde Vandværk er udarbejdet i samarbejde med Fyns Amt og Kerteminde Vandværk.

Arbejdet er udført af en projektgruppe ved DTU Miljø bestående af Professor Erik Arvin (projektleder), Lektor Hans-Jørgen Albrechtsen, Postdoc Charlotte B. Corfitzen, videnskabelig assistent Camilla Ferguson og miljøtekniker Mona Refstrup.

Projektgruppen vil gerne takke Ruben Steffensen og Martin Rasmussen ved Kerteminde Vandværk for velvillig assistance ved rækken af besøg på Kerteminde Vandværk.

Projektarbejdet blev udført og afsluttet i 2006. Resultater og hovedkonklusioner blev ultimo 2006 fremlagt for Fyns Amt, som godkendte disse med forbehold for efterfølgende kommentering og tilrettelser. Liselotte Clausen, Rambøll, har været kvalitetskonsulent på projektet og har bidraget til den endelige version af rapporten.

# Indhold

<b>1</b>	<b>INDLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1	FORMÅL.....	1
<b>2</b>	<b>BAGGRUND.....</b>	<b>2</b>
2.1	TEORETISKE PROCESSER TIL FJERNELSE AF MCPP I KERTEMINDE VANDVÆRK .....	2
2.1.1	<i>Fordampning.....</i>	2
2.1.2	<i>Sorption.....</i>	2
2.1.3	<i>Bionedbrydning.....</i>	3
<b>3</b>	<b>KERTEMINDE VANDVÆRKS OPBYGNING OG DRIFT.....</b>	<b>4</b>
3.1	IAGTTAGELSER UNDER BESIGTIGELSEN D. 5. APRIL 2006.....	6
<b>4</b>	<b>PROCESSER I KERTEMINDE VANDVÆRK OG MCPP-FJERNELSE.....</b>	<b>7</b>
4.1	KONCENTRATIONSPROFILER IGENNEM VÆRK .....	7
<b>5</b>	<b>UNDERSØGELSE AF MCPP-FJERNELSEN I EFTERFILTER.....</b>	<b>12</b>
5.1	UNDERSØGELSER.....	12
5.2	RESULTATER FRA HOVEDUNDERSØGELSEN .....	13
5.2.1	<i>Profiler i vandfase ned gennem nyt efterfilter.....</i>	13
5.2.2	<i>Karakterisering af filtersand ned gennem nyt efterfilter.....</i>	15
5.2.3	<i>Bionedbrydning.....</i>	15
5.2.4	<i>Sorption.....</i>	18
5.3	DISKUSSION AF RESULTATER .....	19
5.3.1	<i>Fjernelse af MCPP i efterfiltre.....</i>	19
5.3.2	<i>Forslag til procesoptimering.....</i>	21
<b>6</b>	<b>KONKLUSION.....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCER .....</b>	<b>24</b>

**Bilag A: Forundersøgelsen**

**Bilag B: Prøvetagningsudstyr og - udtagningsmetoder**

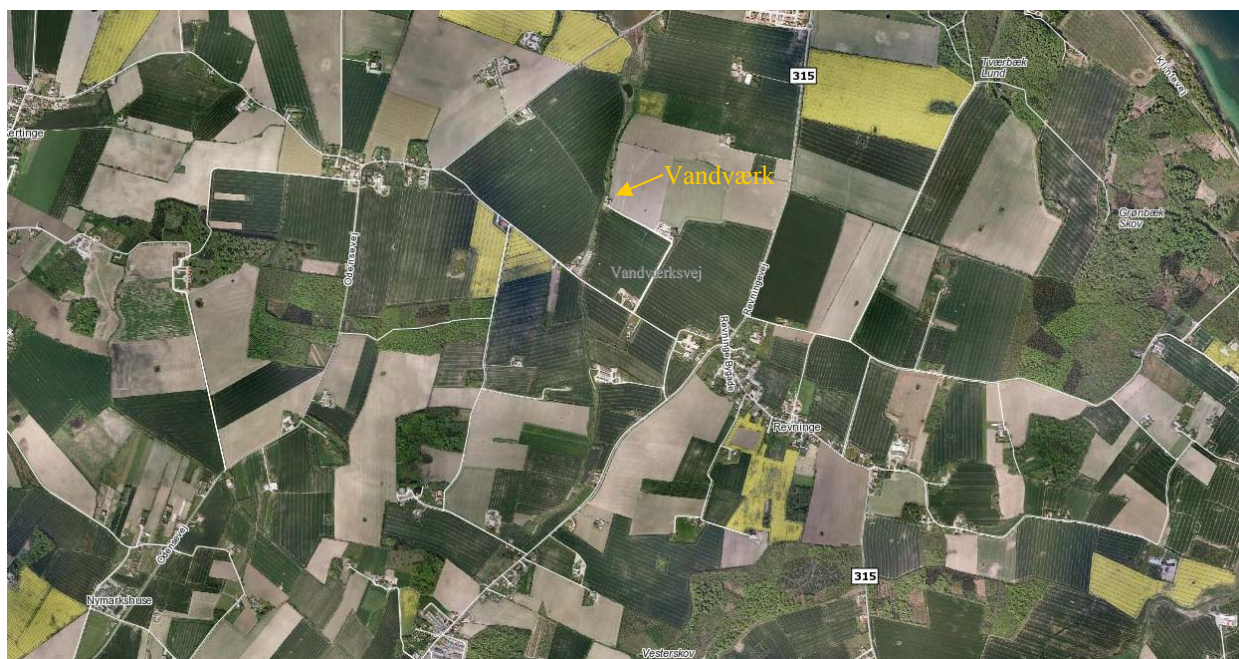
**Bilag C: Bionedbrydningsforsøg**

**Bilag D: Sorptionsforsøg**

**Bilag E: Filtersandskarakterisering**

**Bilag F: Analyserapporter fra Eurofins**

Kerteminde Vandværk leverede i 2006 hovedparten af vandet i Kertemindeområdet, i alt ca. 600.000 m<sup>3</sup> per år. Vandet blev indvundet fra 3 kildepladser med i alt 8 borer, hvoraf 7 var forurenet med lave koncentrationer af phenoxysyrer, især mechlprop (MCPP), op til grænseværdien på 0,1 µg/L. Forureningen skønnedes at stamme fra en fladeforurening fra det omkringliggende landbrug (Fyns Amt, 2005).



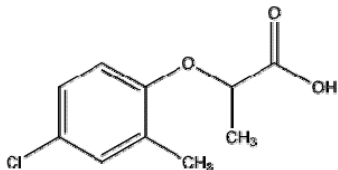
Der kunne ikke påvises pesticider eller andre organiske sporstoffer i vandet i rentvandstanken. Den nærmere årsag til, at MCPP fjernedes gennem vandbehandlingen på Kerteminde vandværk, har ikke været kendt. Råvandet i Kerteminde vandværks indvindingsområde indeholdte høje koncentrationer af jern og mangan. Dette gav anledning til store udfældninger af jernoxid og manganoxid i filtrene, som resulterede i total udskiftning af filtermaterialet i forfiltrene hvert 3. år.

Formålet med projektet var at afklare i hvilke(n) af Kerteminde Vandværks processer MCPP fjernes samt hvilke mekanismer, der er ansvarlig for fjernelsen, herunder betydningen af udskiftningen af filtermaterialet i forfilterne

## 2 Baggrund

Mechlorprop, bedre kendt som MCPP (Tabel 1), tilhører phenoxysyregruppen og er et ukrudtsmiddel, der har været anvendt i stor udstrækning siden 1959. I dag er brugen stærkt begrænset, idet der er forbud imod efterårsanvendelse og den forårsanvendelse, der årligt afsætter mere end 100 gram aktivstof/ha på jordoverfladen. MCPP er kilde til et af de største antal pesticidforureninger i Danmark med fund i 3,2% af 6474 undersøgte borer (i perioden 1993-2001; GEUS, 2002). MCPP nedbrydes ved brydning af etherbindingen til 4-chloro-o-cresol, der ved hydroxylering primært nedbrydes til 3,5-dichlorocatechol og 3-methyl-5-chlorocatechol (Reitzel, 2005).

**Tabel 1: Fysisk/kemiske data for mechlorprop, MCPP.**

Strukturformel	Navn	Molvægt [g/mol]	K <sub>oc</sub> [L/kg]	Damptryk V <sub>p</sub> [Pa]	pK <sub>a</sub> *
	Mechlorprop (MCPP)	214,7	12-25	3,1x10 <sup>-4</sup>	3,78

\* ved 20°C.

### 2.1 Teoretiske processer til fjernelse af MCPP i Kerteminde Vandværk

Vandværker i Danmark har traditionelt en meget simpel vandbehandling opbygget med luftning samt filtrering i forfiltre og efterfiltre (begge primært som hurtig sandfiltre). Meget få vandværker benytter aktivt kulfiltre og har derfor ikke mulighed for kontrolleret at fjerne pesticider fra vandet.

Kerteminde Vandværk opbygning var traditionel med luftning og filtrering. Fjernelse af organiske stoffer kunne principielt finde sted gennem:

- Fordampning under luftningen
- Sorption i filtrene
- Bionedbrydning i filtrene

#### 2.1.1 Fordampning

Fordampning af organiske stoffer i vandværkers udluftningsenhed afhænger af stoffernes flygtighed (udtrykt ved Henry's lov konstant) og effektiviteten af stoftransporten (K<sub>L</sub>a-værdi og opholdstid) i luftningsanlægget. Undersøgelser ved Svendborg Kommunes Grubbemølleværk har vist, at MTBE i en begrænset udstrækning (20 % eller mindre) fjernes gennem luftning i et diffusor anlæg (Kjær Nielsen et al., 2002). Den ringe fjernelse skyldes, at MTBE er moderat polært. Da MCPP er endnu mere polært end MTBE, skønnes fordampning ikke at spille nogen væsentlig rolle for MCPP-fjernelsen.

#### 2.1.2 Sorption

MCPP kan sorberes til jernoxider (Clausen, 1999) eller til det antracitkul, som sammen med sand dannede filtermaterialet i forfiltrene på Kerteminde vandværk.



Såfremt MCPP blev fjernet ved sorption på jernoxider, ville sorptionen blive større jo mere jern, der udfælder, og det måtte forventes, at hovedparten af sorptionen fandt sted i den øverste del af filteret, hvor jernfjernelsen overvejende finder sted (Jessen et al., 2005). Sorptionens styrke forbedres ved relativt lavt pH og ved udfældning på jernoxid med stor specifik overflade (ferrihydrit). Ved returskylning af filtrene fjernes hovedparten af de udfældede jernoxider, og de sorberede organiske stoffer kan derved principielt fjernes fra filtrene.

Såfremt MCPP blev fjernet ved sorption til antracitkul i forfiltrene, fjernes pesticidet fra anlægget, når filtermaterialet udskiftes. Der er relativt god viden om pesticidfjernelse vha. aktivt kul, hvorimod der er ringe viden om, hvorvidt antracitkul kan sorbere pestider.

### **2.1.3 Bionedbrydning**

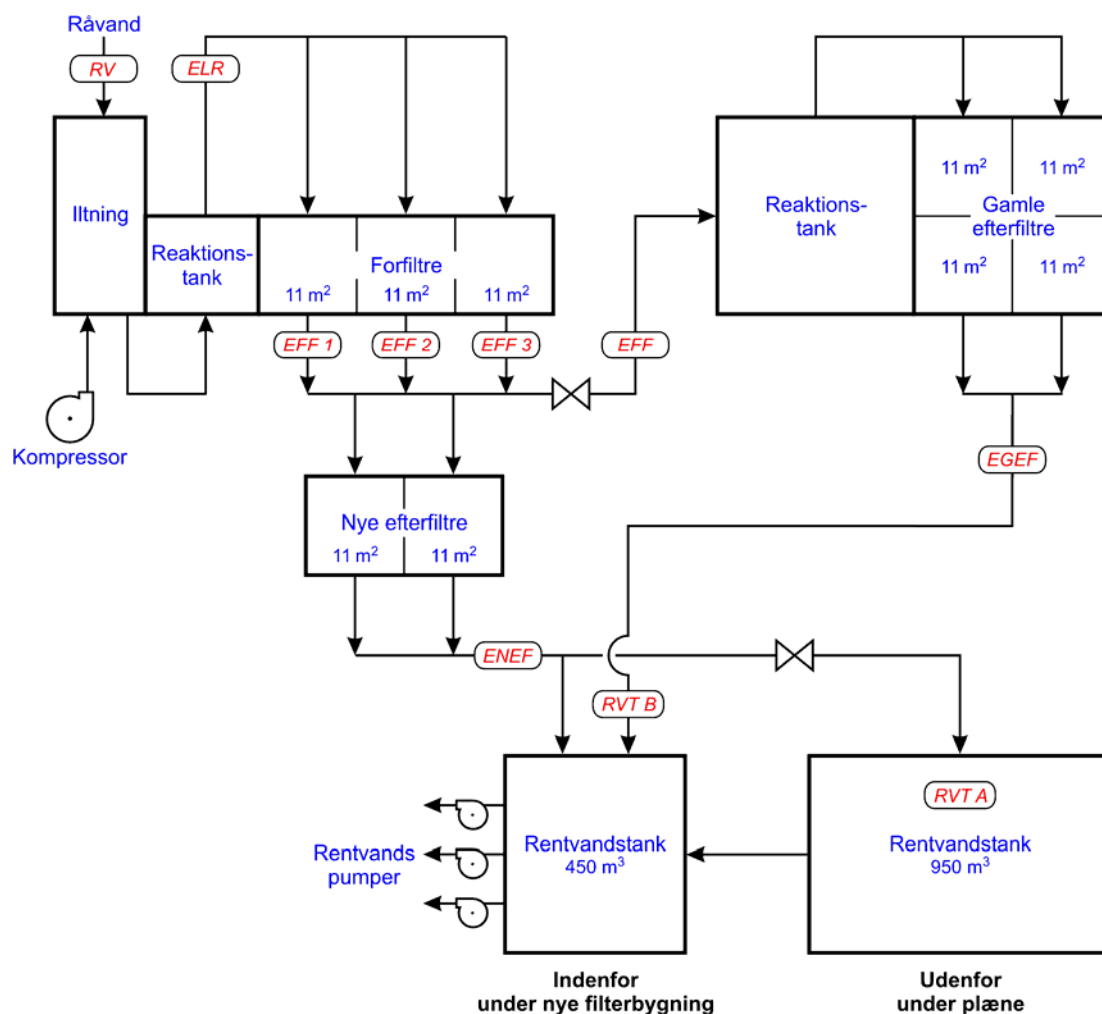
Bionedbrydning af organiske mikroforureninger kræver, at stofferne er potentielt bionedbrydelige. Da vandets opholdstid i vandværksfiltre generelt er relativt kort, for eksempel 5-10 minutter, skal det organiske sporstof være let til moderat bionedbrydeligt for at kunne fjernes i praksis. Generelt er MCPP meget persistent under anaerobe forhold i danske grundvandsmagasiner (f.eks. Pedersen, 2000), hvorimod det relativt let omsættes under aerobe forhold, hvilket er påvist i både batch-, kolonne- og feltforsøg.

Luftningen i Kerteminde Vandværk tilførte ilt til vandet, hvilket muliggjorde aerob nedbrydning. Det er dog en forudsætning, at den (de) specifikke mikroorganisme(r), der kan nedbryde MCPP, kan co-eksistere med den øvrige mikroflora i filtrene og ikke bliver udvasket fra filtrene under returskyl. En tidligere, indledende undersøgelse (Kyndbøl et al., 2001) har påvist potentiale for nedbrydning af MCPP med fuldstændig mineralisering til CO<sub>2</sub> i materiale fra et vandværks sandfiltre. Nedbrydningshastigheden var dog så lav, at der ikke var væsentlig MCPP-fjernelse, antageligt fordi det pågældende vandværksfilter ikke havde været kontinuert belastet med MCPP. Mikroorganismene skal endvidere have en meget høj affinitet over for MCPP, idet nedbrydningen foregår ved sub-µg/L niveau (Kjær Nielsen et al., 2002 og Arvin et al., 2003). Aerob nedbrydning kan foregå ved sub-µg/L koncentrationer (f.eks. Toräng et al., 2003).

Et alternativ til ovennævnte primære nedbrydningsprincip er nedbrydning ved co-metabolisme, hvorved et stof nedbrydes biologisk som "bivirkning" ved et andet stofs biologiske nedbrydning. For eksempel er det kendt, at nitrificerende bakterier har en evne til helt eller delvist at nedbryde en række organiske stoffer, f.eks. chlorerede alifater, gennem deres mono-oxygenaseenzymer. Skelnen mellem de to nedbrydningsformer kan være vanskelig i praksis.

### 3 Kerteminde Vandværks opbygning og drift

I samarbejde med ingeniør Tage Selchau blev vandbehandlingsanlægget gennemgået d. 5. april 2006 mht. til filterteknik og maskinel. Flowdiagrammet i Figur 2 viser vandets vej igennem Kerteminde vandværk.



Figur 2: Flowdiagram over Kerteminde Vandværk. Betegnelser i ovaler angiver prøvetagningssteder for vandprøver (jævnfør Tabel 3).

#### Råvand

For at holde en jævn indvindingsstrategi var råvandspumperne frekvensstyrede og værkets driftstid tæt på 24 timer. Vandforbruget var ca. 1600 m<sup>3</sup>/d.

Antallet af borer i drift og dermed også den indkommende mængde råvand blev bestemt af niveauet i rentvandstankene.

#### Iltning

Flowet af det indkommende råvand bliver målt, og blæseren reguleret, så der kunne opretholdes et konstant luft-/vandforhold under luftningen. Luftningen foregik med tallerkenbeluftere med gummimembran.

## Filtre

Råvandet løb gennem en reaktionstank og fordeltes på de tre forfiltre (hver  $11\text{ m}^2$ ) som efterfulgtes af efterfiltrene (hver  $11\text{ m}^2$ ) adskilt i en ny (2 stk.) og en gammel sektion (4 stk.). Der var en reaktionsbeholder forud for de gamle efterfiltre.

Forfiltrene udgjorde et særligt problem, idet filtermaterialerne hyppigt blev udskiftet. Derfor vedrører efterfølgende gennemgang af filtrene hovedsageligt forfiltrene. Forfiltermaterialerne bestod af antracit/kvartslag, henholdsvis et 40 cm lag med partikeldiameter på 3,5- 7 mm og et 60 cm lag med partikeldiameter på 3-5 mm.

Bærelagene var udført som et 10 cm lag med 30-60 mm diameter singles, et 10 cm lag med 25-35 mm diameter singles, et 8 cm lag med 15-25 mm diameter singles, et 8 cm lag grus med diameter 5-15 mm og et 8 cm lag grus med diameter 5-8 mm.

I hvert forfilter bestod filterbunden af et bærelag, som de filtrerende lag hvilede på. Det bestod af 8 stk Ø 110 mm PVC- rør med Ø 22 mm huller, i alt 328 stk. pr. filter  $\approx 0.124\text{ m}^2$ .

Der var etableret et luftskyllesystem imellem de to nederste bærelag, bestående af et hovedfordelingsrør 10 x 10 cm og 25 stk. Ø 22 mm PVC-rør, specialborede med Ø 2,5 mm huller.

Forfiltrene blev returskyllet én gang pr. døgn for at kunne producere døgnforbruget på ca.  $1600\text{ m}^3$ .

De filtrerende lag, dvs. antracit og kvarts blev udskiftet hvert 3. år, idet materialelaget havde tendens til at blive højere og derved skyllet ud i slambassinet med den valgte skylleproces. Samtidig skulle luftskyllerørenes huller bores op, idet disse blev delvist tilstoppede. Dette medførte, at man monterede en større motor på skylleluftblæseren for at kunne overvinde det øgede modtryk pga. luftskyllerørernes formindskede hulareal. Skylleluftblæserens kapacitet var  $8,8\text{ m}^3/\text{min} \approx 50\text{ m}^3/\text{time}/\text{m}^2$ .

Skyllevandspumpen, som var fælles for både for- og efterfiltre i den nye del af behandlingsanlægget, havde fået monteret et nyt løbehjul, da det gamle var defekt pga. tæring. Der var ingen data på skyllevandspumpen mht. kapacitet og løftehøjde. Efterfølgende målinger viste, at dens kapacitet var ca.  $400\text{ m}^3/\text{time}$  ved skylning af forfiltrene og ca.  $470\text{ m}^3/\text{time}$  ved skylning af de gamle efterfiltre, der lå ca. 2 m lavere end forfiltrene. Dette gav en skyllehastighed på ca.  $36\text{ m}/\text{time}$  for forfiltre og ca.  $42\text{ m}/\text{time}$  for gamle efterfiltre. De nye forfiltre blev skyllet med ca.  $198\text{ m}^3/\text{time}$ , hvilket gav en skyllehastighed på ca.  $18\text{ m}/\text{time}$ . Som tommelfingerregel bør skyllehastigheden være  $30\text{ m}/\text{time}$  eller højere. I afgangsledningen fra skyllepumpen var monteret en butterflyventil, der var fuldt åben under målingerne.

Forfiltrenes skylleproces bestod af en periode med nedtømning af vandet over filtermaterialerne på ca. 1 min. Derefter fulgte luftskylning i 8 min. efterfulgt af vandskyl i 9 min. Tidligere var der en periode på 1,5 min. med såkaldt lille skyl, hvor butterflyventilen var ca. 50 % åben, men dette blev udeladt, idet man fandt det virkningsløst. Det skal dertil bemærkes, at såfremt en butterflyventil er mere end ca.  $12^\circ$ -  $15^\circ$  åben vil det i praksis betyde fuld gennemstrømning.

Forudsættes en vandproduktion på  $1600\text{ m}^3/\text{d}$  var Darcy-hastigheden (tomt filter) i forfiltrene ved ensartet belastning  $2,0\text{ m}/\text{time}$  (Tabel 2).

Efterfiltrene bestod af et ca. 0,8 m kvartssandlag hvilende på et bærelag. Hvert af efterfiltrene blev returskyllet 4 gange per uge.

Efterfiltrenes skylleproces bestod af 2 min luftskylning efterfulgt af 3 min vandskylning. Da der ikke fandtes et målebygværk, til måling af fordelingen af vand mellem de nye og de gamle efterfiltre, var belastningsforholdene på efterfiltrene ukendt. Vandværkets personale formodede, at ca. 80% af vandflowet blev ledt til de nye efterfiltre og dermed ca. 20 % til de gamle efterfiltre. Under denne forudsætning var Darcy-hastigheden (tomt filter) i de nye efterfiltre 2,4 m/time, mens Darcy-hastigheden i de gamle efterfiltre var 0,3 m/time (Tabel 2).

Som tommelfingerregel bør Darcy-hastigheden i hurtige sandfiltre være 10 m/time for forfiltre og 3-5 m/time for efterfiltre. For- og efterfiltre på Kertemindevand havde således en lav Darcy-hastighed nærmere modsvarende et langsomt sandfilter.

Parametre for for- og efterfiltre er angivet i Tabel 2.

**Tabel 2: Parametre for for- og efterfiltre på Kerteminde Vandværk. Beregninger er baseret på normal-flow (Q) på 1600 m<sup>3</sup>/dag og en formodet fordeling af vandstrømmen med 80% på nye efterfiltre og 20% på gamle efterfiltre.**

	Antal	Areal per filter A [m <sup>2</sup> ]	Filtrerende lag L [m]	Bærelag [m]	Darcy- hastighed: $\mu=Q/A$ [m/time]	Filter- hastighed: $\mu_{\text{pore}}=\mu/\eta$ [m/time]	Opholdstid i filter $T_h=L/\mu_{\text{pore}}$ [min]	Antal returskyl per uge
Forfiltre	3	11	1,00	0,44	2,0	5,1	12	7
Nye Efterfiltre	2	11	0,80	-	2,4	6,1	8	4
Gamle efterfiltre	4	11	0,80	-	0,3	0,8	63	4

Porøsitet:  $\eta$  antages at være 40% i filtermaterialet.. -: ingen info.

### Rentvandstanke

Niveauet i rentvandstankene varierede ikke væsentligt over døgnet, hvilket gav relativt lange opholdstider af vandet i tankene.

## 3.1 Iagttagelser under besigtigelsen d. 5. april 2006

Ved prøveskylning af de nye efterfiltre konstateredes, at:

- afløbet fra filtrene ikke kunne bortlede skyllevandet i tilstrækkelig grad. Skyllevandet stuede op, og skylningen måtte afbrydes for at undgå overløb.
- der var en del filtermaterialer i slamrenden, som delvis blokerede udløbet fra filteret
- der var filtersand i slambassinet (der var sandsynligvis derfor også filtersand i udløbsledningen fra efterfiltrene).
- filtrene først skylles med luft, ca. 6 min, og derpå med vand, ca. 5 min.
- der konstateredes kavitationslyd fra skyllepumpen under skylningen af efterfiltrene (kavitation i en pumpe er årsag til, at løbehjulet ødelægges med tiden).

Under prøveskylning af forfiltrene steg pH til ca. 8,35 under det 8 min. lange luftskylleforløb. Kavitationslyden fra skyllepumpen er mindre under skylning af forfiltrene pga. den øgede løftehøjde.

## 4 Processer i Kerteminde Vandværk og MCPP-fjernelse

Den 5. april og 16. august 2006 blev der taget vandprøver igennem Kerteminde Vandværk for at kortlægge værkets processer samt for at bestemme, hvor i vandværket MCPP blev fjernet (se Tabel 3 for prøvetagningssteder). I april blev der udtaget analyser til udvidet kontrol, mens der i august blev analyseret for jern, mangan, ammonium, MCPP og ilt, samt målt pH og temperatur. Efter forfiltre og efter nye efterfiltre blev der i august desuden analyseret for pesticid-nedbrydningsprodukter (analyserapporter fra Eurofins vedlagt som Bilag F).

**Tabel 3: Prøvetagningssteder for vandprøver igennem Kerteminde Vandværk undersøgt april og august 2006 (se Figur 2 for placering igennem værket).**

Betegnelse	Placering i værk
RV	Råvand
ELR	Efter luftningsreaktor
EFF 1	Efter forfilter 1
EFF 2	Efter forfilter 2
EFF 3	Efter forfilter 3
EFF	Efter forfiltre, hvor vandet fra de 3 forfiltre er samlet
EGEF	Efter gamle efterfiltre*
ENEF	Efter nye efterfiltre <sup>□</sup>
RVT A	I store rentvandstank – modtager vand fra nye efterfiltre (Eurofins prøvetagning)
RVT B	Indgang til lille rentvandstank – vand fra gamle efterfiltre (udtaget til forsøg)

\*: Kun prøvetagningen i april, <sup>□</sup>: Kun prøvetagning i august.

I april blev boringskombinationen startet kl. 8 om morgenen på prøvetagningsdagen, men pga. en defekt logger blev boringskombinationen for prøvetagningen i april ikke registreret<sup>1</sup>.

Vandstrømmen blev ledt til både nye og gamle efterfiltre, hvor nye efterfilter 1 sidst var returskyllet kl. 1 d. 5/4 og nye efterfilter 2 kl. 1 d. 4/4.

I august blev der pumpet fra Boring Nord (DGU nr. 137511) (20 m<sup>3</sup>/time) og Boring 68 (DGU nr. 137274) (50 m<sup>3</sup>/time) fra kl. 8 på prøvetagningsdagen, hvor vandstrømmen kun blev ledt til de nye efterfiltre. Dette gav en filterhastighed i de nye efterfiltre på 3,2 m/time og en opholdstid på 6 min. Nye efterfilter 1 var sidst returskyllet kl. 1 d. 16/8 og nye efterfilter 2 kl. 1 d. 15/8.

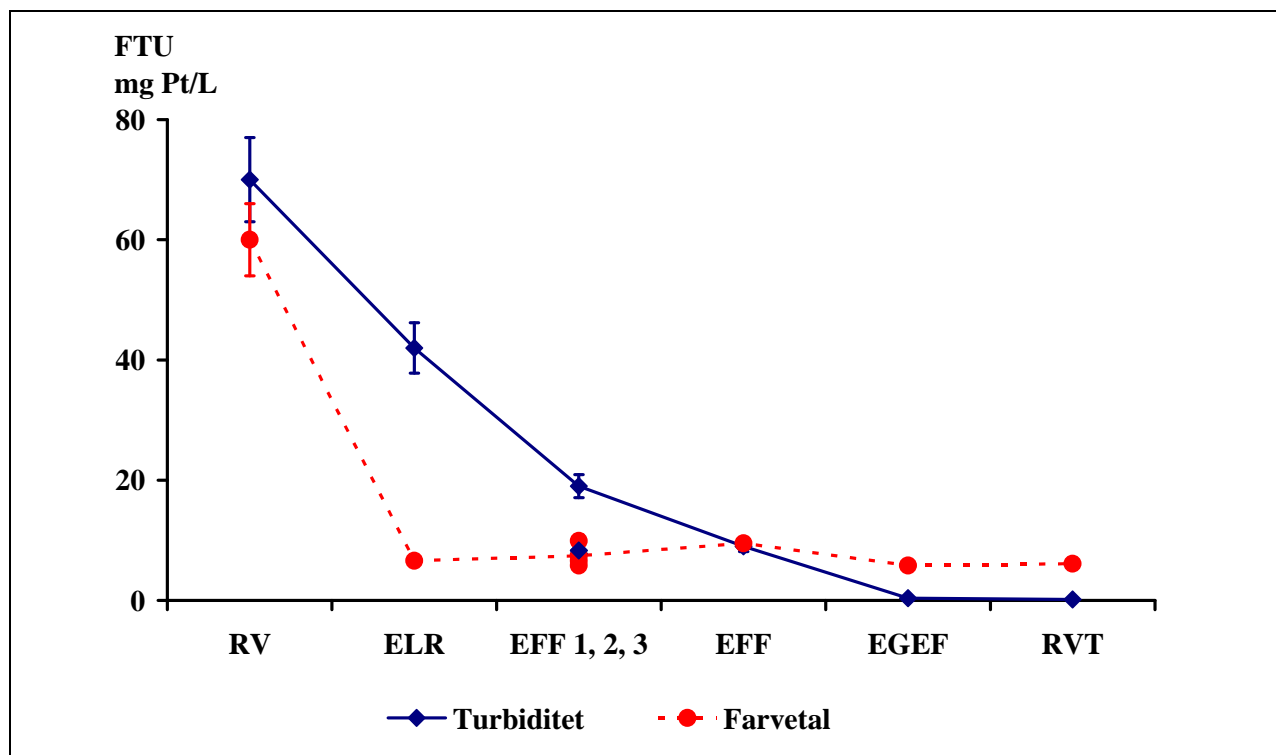
### 4.1 Koncentrationsprofiler igennem værk

Værdierne for turbiditet og farvetal var høje i råvandsprøven (Figur 3), der formentlig skyldes iltning af vandet under prøvetagningen, som har resulteret i jernudfældninger, hvilket stemmer overens med, at der var et målbart iltindhold i råvandsprøven (Figur 5).

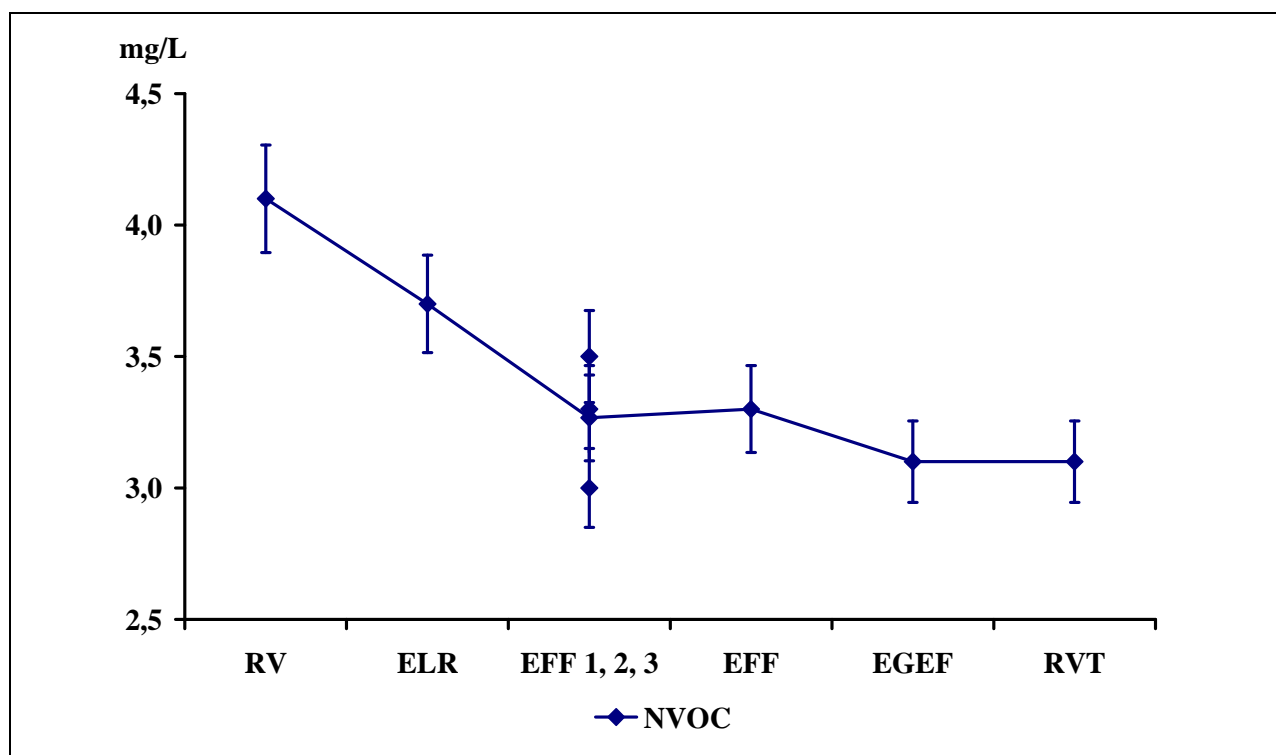
Turbiditeten aftog jævnt over filtrene til værdier under grænseværdien i det færdigbehandlede vand (Figur 3). Farvetallet lå lige over grænseværdien på 5 mg PT/L i det færdigbehandlede vand (Figur 3) og visuelt fremstod vandet klart efter for- og efterfiltre.

NVOC aftog med 20% fra 4,1 mg/L over luftningen og forfiltrene (Figur 4).

<sup>1</sup> Historisk er der generelt blevet pumpet 25% fra boring 87, 15% fra boring 125, 15% fra boring 123 og 10% fra boring Nord.



Figur 3: Profiler for turbiditet og farvetalet igennem Kerteminde Vandværk, april 2006. Fejllinier angiver den relative analyseusikkerhed (10%) for metoderne.



Figur 4: Profil for NVOC igennem Kerteminde Vandværk, april 2006. Fejllinier angiver den relative analyseusikkerhed (5%) for metoden.

Temperaturen var stort set konstant igennem behandlingen (0,3°C udsving), med lille temperaturstigning i rentvandstanken ved august-prøvetagningen (Figur 5). Ligeledes var pH stort set konstant (7,4-7,7) igennem værket efter luftningen (Figur 5). Ved luftningen steg ilt-

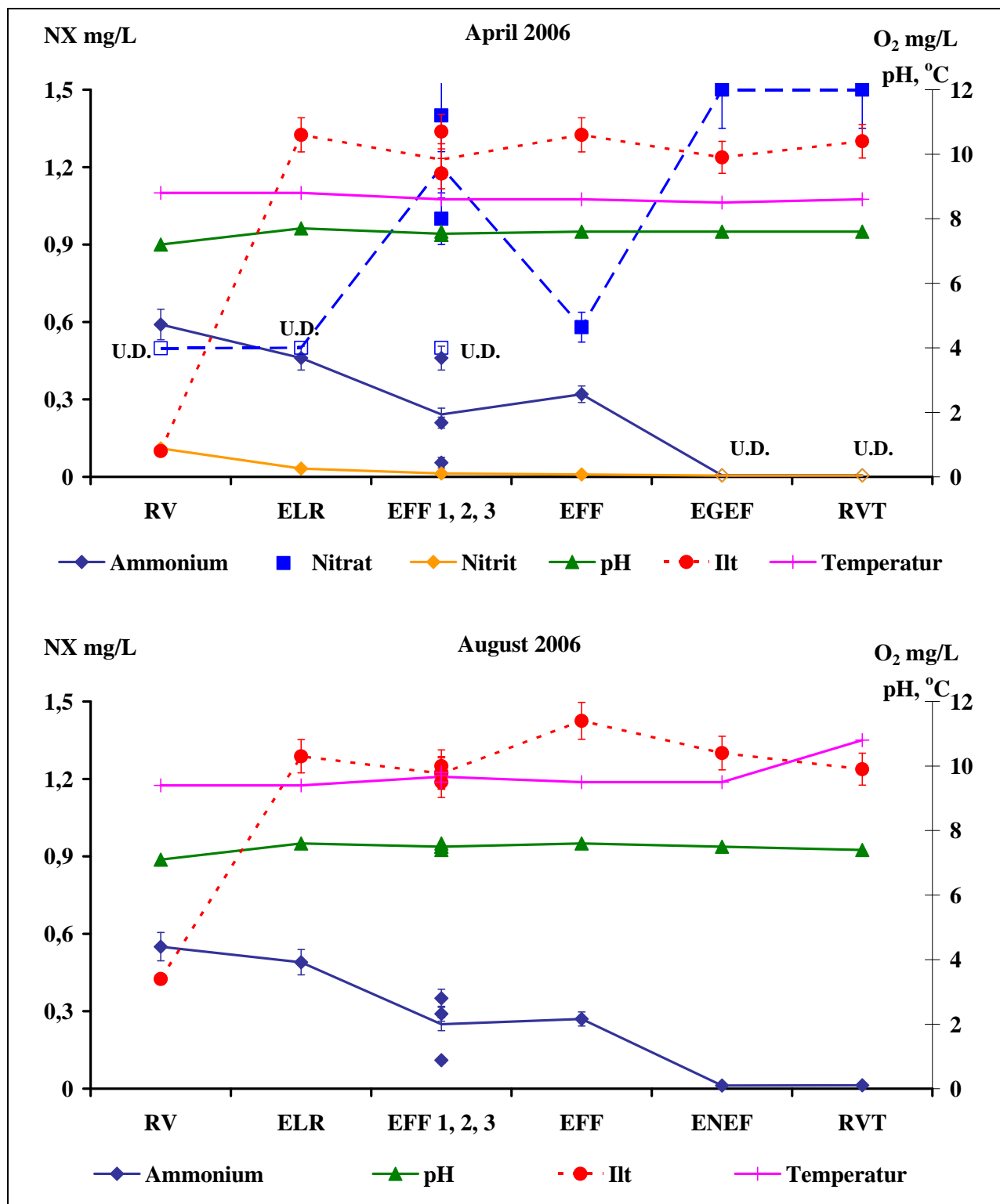
indholdet i vandet til værdier, tæt på mætningskoncentrationen (over 10 mg/L) med et ubetydeligt iltforbrug igennem resten af værket (Figur 5). Dette er et højt ilt-indhold, og den kraftige udluftning af CO<sub>2</sub>, der medfører stigning i pH resulterer i kalkudfældninger igennem behandlingen.

Ammonium og nitrit aftog som følge af luftningen støt igennem værket til værdier under metodernes detektionsgrænse og nitrat steg gennem efterfilteret svarende til fjernelsen af ammonium (Figur 5).

Jern blev fjernet ned til værdier under detektionsgrænsen over filterne, idet den primære udfældning foregik i forfilterne (ca. 80%) og en mindre del i efterfilterne (5-20%) (Figur 6). Ligeledes faldt mangan-koncentrationen til under detektionsgrænsen, idet ca. en tredjedel blev udfældet i forfilterne og den primære udfældning i efterfilterne (60-65%) (Figur 6).

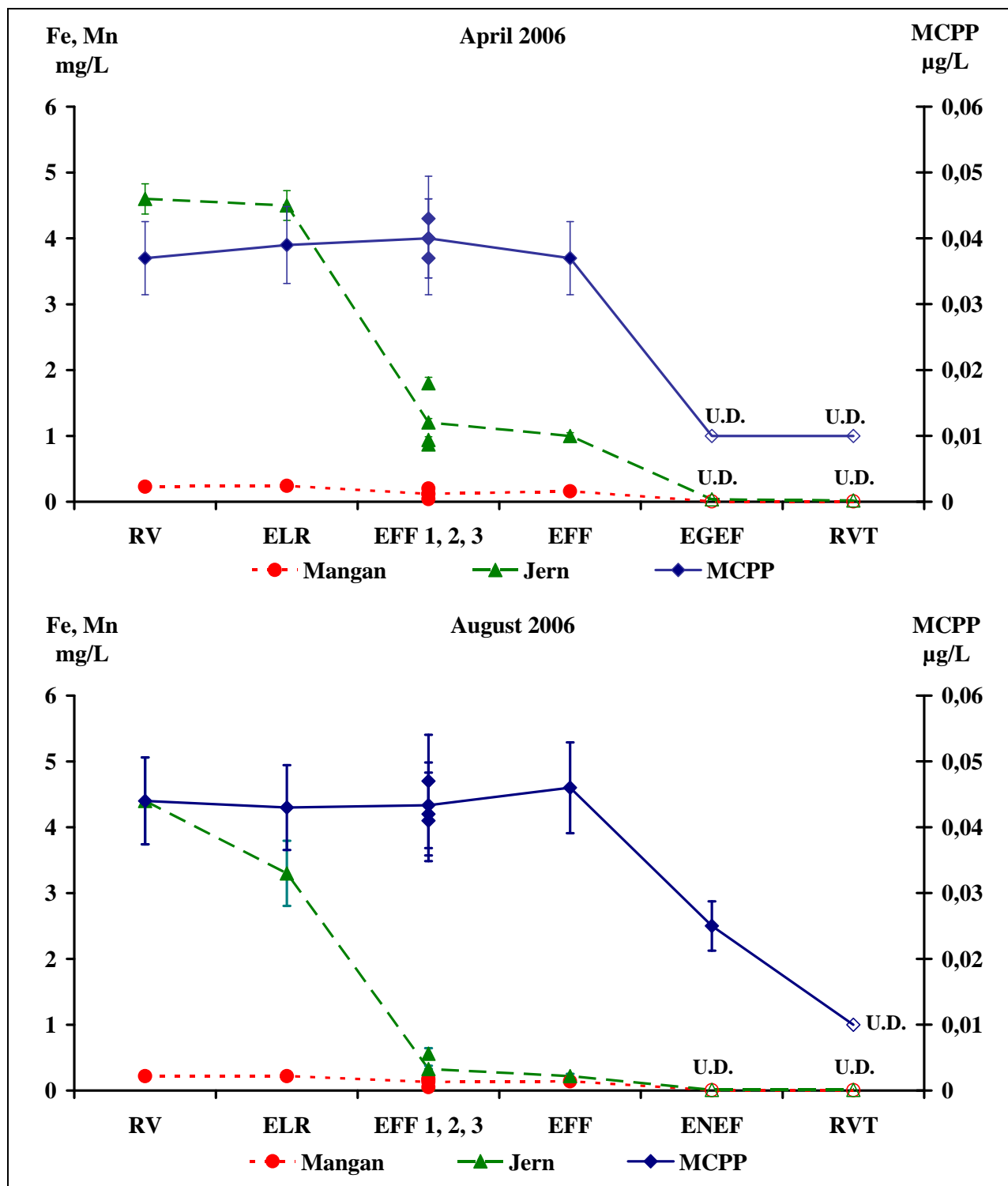
MCPP blev ikke fjernet i luftningen (Figur 6), og det kan derfor udelukkes at fordampning er en fjernelsesmekanisme. Ligeledes var der ikke nogen signifikant fjernelse over forfilterne, hvorved det kunne udelukkes at sorption til antrazitkullet i forfilterne var en betydelig fjernelsesmekanisme, og MCPP således ikke blev fjernet med udskiftning af filtersandet.

MCPP blev fjernet over efterfilterne (Figur 6). Ved april-prøvetagningen blev MCPP reduceret fra 0,037 µg/L til under detektionsgrænsen (<0,01 µg/L) ved passage af de gamle efterfiltere, mens ca. 50% (fra 0,046 µg/L til 0,025 µg/L) blev fjernet over de nye efterfilter ved august-prøvetagningen. Denne forskel skal formentlig til dels tilskrives den længere opholdstid i de gamle efterfiltere i forhold til de nye efterfiltere, og flowbelastningen af de nye efterfiltere var højere end normalt ved august-prøvetagningen, da tilgange til de gamle efterfiltere blev lukket (fulde vandflow på 70 m<sup>3</sup> over nye efterfiltere), hvilket yderligere kan have givet en ringere fjernelse over det nye efterfilter i august end ved normal drift. Desuden var MCPP-belastningen højere ved august-prøvetagningen end ved april-prøvetagningen. MCPP-koncentrationen i rentvandstanken var under detektionsgrænsen, hvilket indikerede en fjernelse af MCPP til under detektionsgrænsen ved kombination af nye og gamle efterfiltere ved normal drift.



Figur 5: Profiler igennem Kerteminde Vandværk; Øverst: Ammonium, nitrat, nitrit, ilt, pH og temperatur, april 2006 (bemærk måling efter gamle efterfiltre); Nederst: Ammonium, ilt, pH og temperatur, august 2006 (bemærk måling efter nye efterfiltre). For ammonium angiver fejllinier den relative analyseusikkerhed (10%) for metoden. U.D.: Måling under detektionsgrænsen, åbent symbol placeret ved detektionsgrænse-værdien.





Figur 6: Profiler for jern, mangan og MCPP igennem Kerteminde Vandværk. Øverst: April 2006 (bemærk måling efter gamle efterfiltre); Nederst: August 2006 (bemærk måling efter nye efterfiltre). Fejlinier angiver den relative analyseusikkerhed for metoderne (5% jern, 4% mangan, 15% MCPP). U.D.: Måling under detektionsgrænsen, åbent symbol placeret ved detektionsgrænse-værdien.

## 5 Undersøgelse af MCPP-fjernelsen i efterfilter

Analyserne af vandprøver igennem værket viste, at MCPP fjernes over efterfiltrene. Det formodes, at ca. 80% af vandstrømmen normalt blev ledt til de nye efterfiltre, og Kerteminde Vandværk havde planer om at tage de gamle efterfiltre helt ud af drift. Derfor blev der fokuseret på de nye efterfiltre i det eksperimentelle arbejde til at klarlægge hvilke processer, der stod for MCPP-fjernelsen.

Filtersand og vandprøver blev udtaget fra definerede dybder i de nye efterfiltre. Efter udtagningen af vandprøver blev der lukket for vandtilførelsen til de nye efterfiltre for at lette udtagningen af filtersand fra de filterdybder, hvor der blev taget vandprøver (se Bilag B for prøvetagningsprocedure og -udstyr). Der udtagne filtersand blev efterfølgende anvendt til opstilling af bionedbrydningsforsøg og sorptionsforsøg med  $^{14}\text{C}$ -mærket MCPP i laboratoriet.

### 5.1 Undersøgelser

Det eksperimentelle arbejde blev opdelt i to sektioner: En forundersøgelse til screening og afklaring af praktiske spørgsmål, og en hovedundersøgelse med dybdegående undersøgelser og analyser.

Forundersøgelsen indikerede, at MCPP-fjernelsen kunne tilskrives både sorption og bionedbrydning. Det blev endvidere bekræftet, at mikrofloraen bibeholdte den MCPP-nedbrydende egenskab efter udtagning fra vandværket (se Bilag A for beskrivelse af og resultater fra forundersøgelsen). Baseret på erfaringer fra forundersøgelsen blev der i hovedundersøgelsen opdelt i filterdybder á 20 cm: 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm og 60-80 cm, der alle blev anvendt til opsætning af bionedbrydningsforsøg og sorptionsforsøg i laboratoriet.

Hovedundersøgelsen blev indledt med prøvetagning på Kerteminde Vandværk 16. august 2006. Der blev udtaget vandprøver og filtersand ned gennem nye efterfilter 1. Der blev desuden taget vandprøver igennem værket, som er afrapporteret i afsnit 4. Vandprøver udtaget ned gennem filteret blev analyseret for pH, ilt, MCPP, jern, mangan samt ammonium. Før og efter det nye efterfilter, blev der endvidere analyseret for MCPP-nedbrydningsprodukter bla. 4-chlor-2-methylphenol og for biproduktet 4-CPP (analyseret af Eurofins, se analyseark i Bilag F). Til at beskrive filtersandet blev der analyseret partikelstørrelsesfordeling, tørstofindhold, TOC, jern og mangan (for detaljer se Bilag E).

Dagen efter udtagningen på vandværket blev i laboratoriet opstartet følgende bionedbrydningsforsøg (for detaljer se Bilag C):

- Prøver med filtersand fra alle fire filterdybder med én initial MCPP-koncentration (0,2 µg/L) med analyse over 24 timer
- For filterdybden 0-20 cm blev der suppleret med prøver med yderligere 2 initial MCPP-koncentrationer: 0,14 µg/L og 0,07 µg/L med analyse over de første 3 timer
- Prøver kun med testvand, for at undersøge om vandet efter passage af efterfiltrene i sig selv besad et MCPP-bionedbrydningspotentiale.

To dage efter udtagningen på vandværket blev der opstartet sorptionsforsøg med filtersand fra de fire filterdybder og én initial MCPP-koncentration (0,2 µg/L) (for detaljer se Bilag D).

## 5.2 Resultater fra hovedundersøgelsen

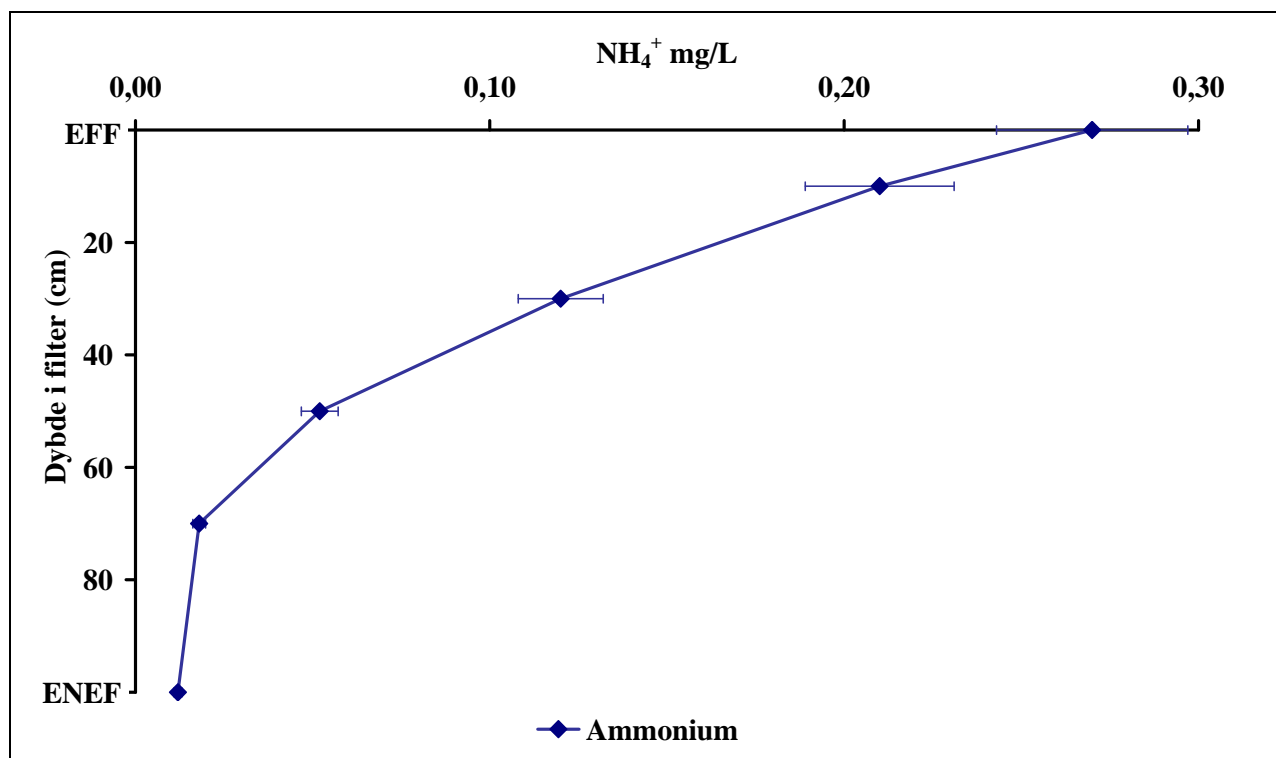
### 5.2.1 Profiler i vandfase ned gennem nyt efterfilter

Ammoniumindholdet i vandet blev halveret ved passage af det nye efterfilter (0,27-0,012 mg/L), med jævn reduktion gennem filteret (Figur 7). pH var relativt konstant ned gennem filteret (omkring 7,5). Ilt-indholdet aftog fra indløb til midt i filteret (ca. 2 mg/L lavere) (Figur 8), men højere værdier blev målt efter filteret. Dette kan eventuelt skyldes, at en uheldig prøvetagning fra hanen efter filteret har iltet vandet (prøver fra filteret blev suget op via slange).

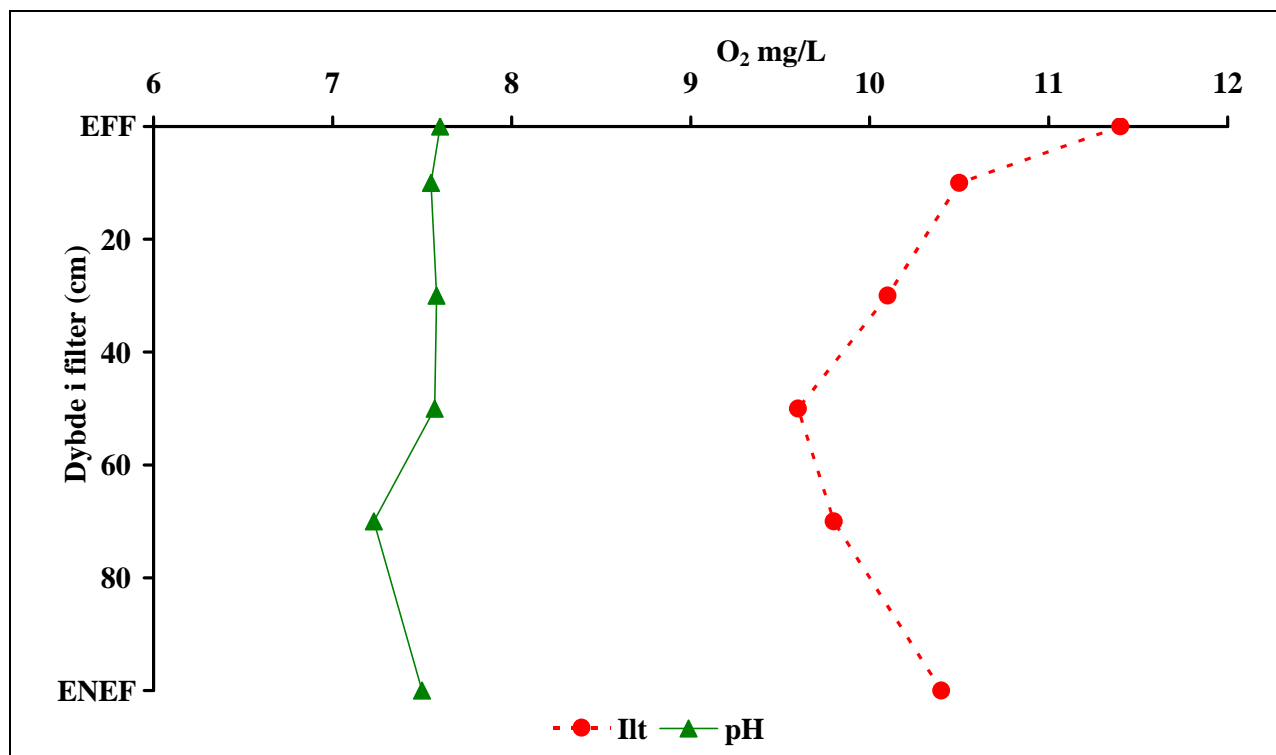
Jern- og mangan-koncentrationer aftog ned gennem det nye efterfilter til værdier under detektionsgrænsen med største reduktion øverst i filteret (Figur 9).

MCPP-koncentrationen blev reduceret fra 0,046 til 0,025 µg/L med jævn reduktion gennem filteret (Figur 9).

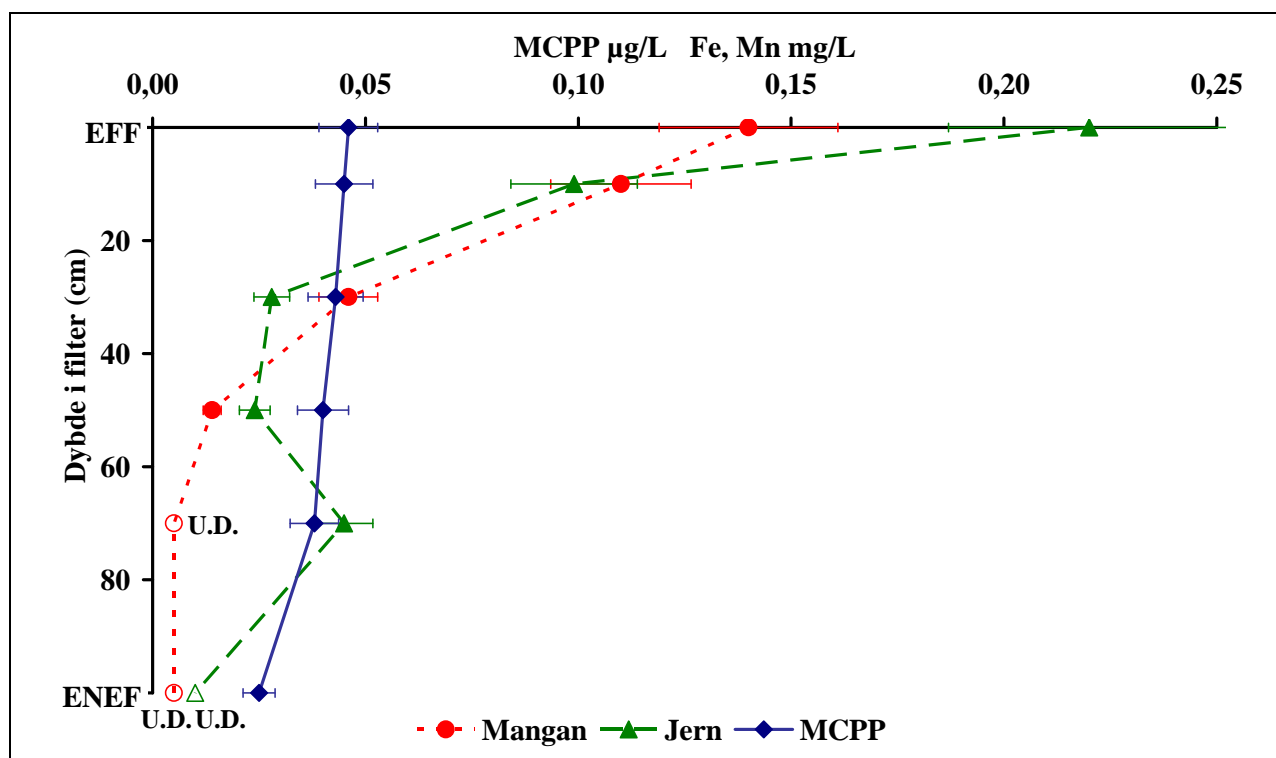
Der blev ikke målt koncentrationer af MCPP-nedbrydningsprodukter eller biprodukter over detektionsgrænsen før eller efter det nye efterfilter (Bilag F).



Figur 7: Profil for ammonium ned gennem nye efterfiltre, august 2006. Fejllinier angiver den relative analyseusikkerhed (10%) for metoden.



Figur 8: Profiler for ilt og pH ned gennem nye efterfiltre, august 2006.

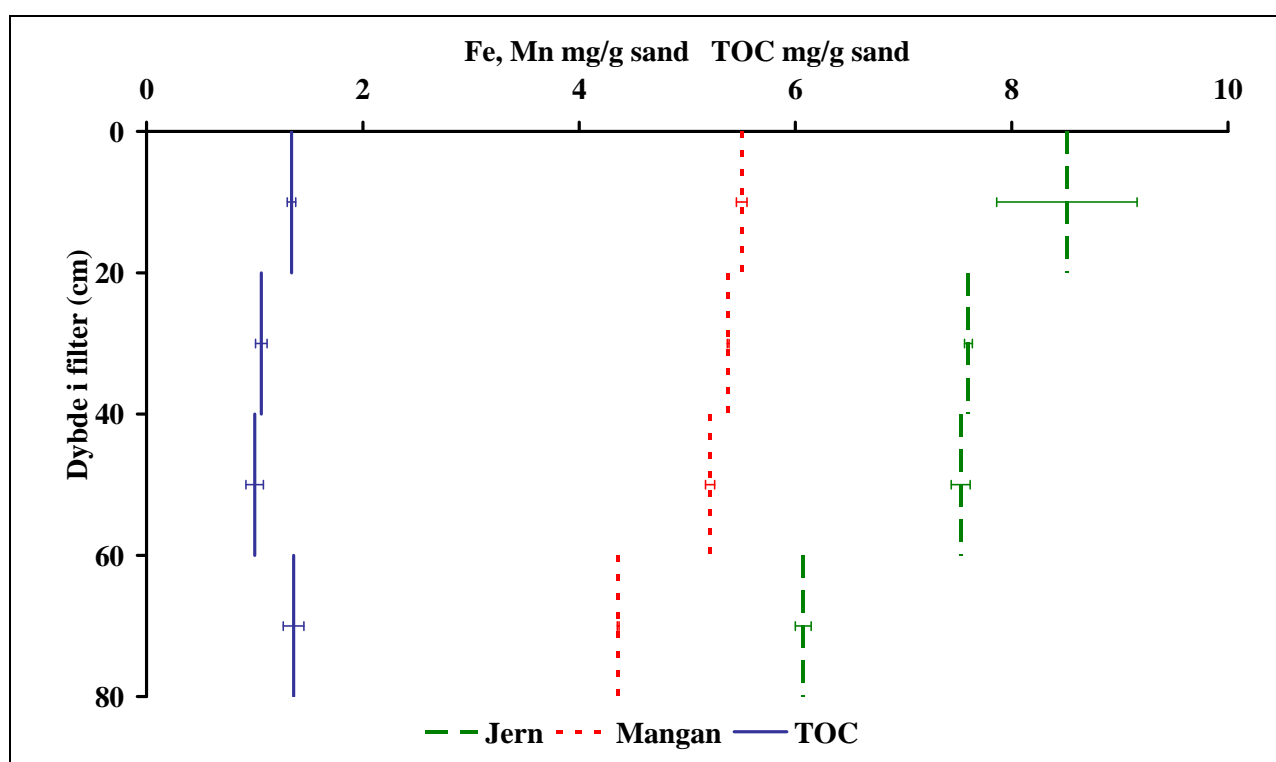


Figur 9: Profiler for jern, mangan og MCPP ned gennem nye efterfiltre, august 2006. Fejllinier angiver den relative analyseusikkerhed for metoderne (5% jern, 4% mangan, 15% MCPP). U.D.: Måling under detektionsgrænsen, åbent symbol placeret ved detektionsgrænse-værdien.

### 5.2.2 Karakterisering af filtersand ned gennem nyt efterfilter

Sigteanalysen viste, at filtersandet var meget ensartet over de fire filterdybder med over 90% af sandet med diametre i intervallet 1-2 mm. For alle fire dybder var middeldiameteren 1,5 mm med et uensformighedstal på 1,5 og en sorteringsgrad på 1,2 (rådata i Bilag E).

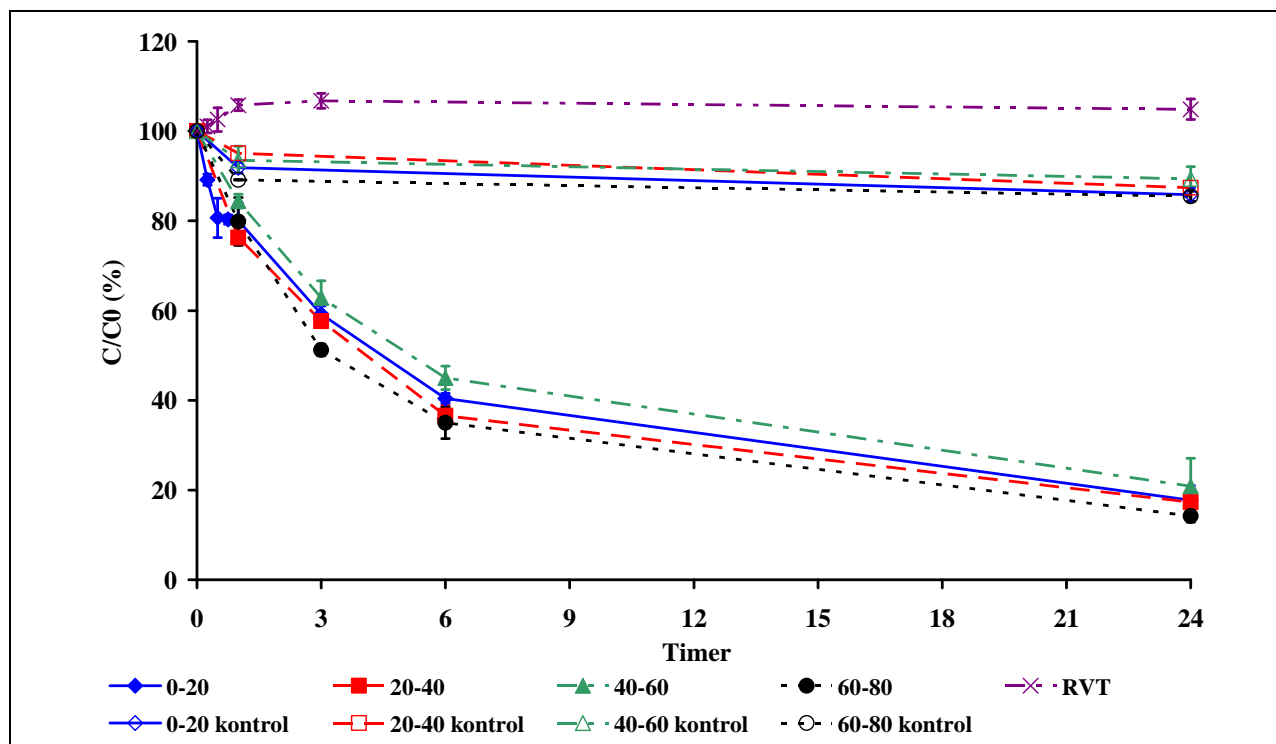
Filtersandet havde et meget lille organisk indhold (omkring 1 mg C/g tørstof), med en kun lille variation over filterdybden (Figur 10). Udfældningen af jern og mangan var størst i de øverste 3 dybder. Manganindholdet lå mellem 5,2 og 5,5 mg/g tørstof i de tre øverste dybder og på 4,4 mg/g tørstof i den nederste dybde (Figur 10). Jernindholdet var højest i den øverste dybde: 8,5 mg/g tørstof, sammenligneligt i de to midterste dybder: omkring 7,6 mg/g tørstof og noget lavere i den nederste dybde: 6,1 mg/g tørstof). Indholdet af udfældet jernoxider var således ca. 50% højere end indholdet af udfældede manganoxider. Koncentrationsprofilerne for udfældede oxider var meget mindre skarpe end profilerne for fjernelse af mangan og jern i vandfasen. Dette blev tilskrevet omhvirlen af filtersandet ved returskyl (rådata i Bilag E).



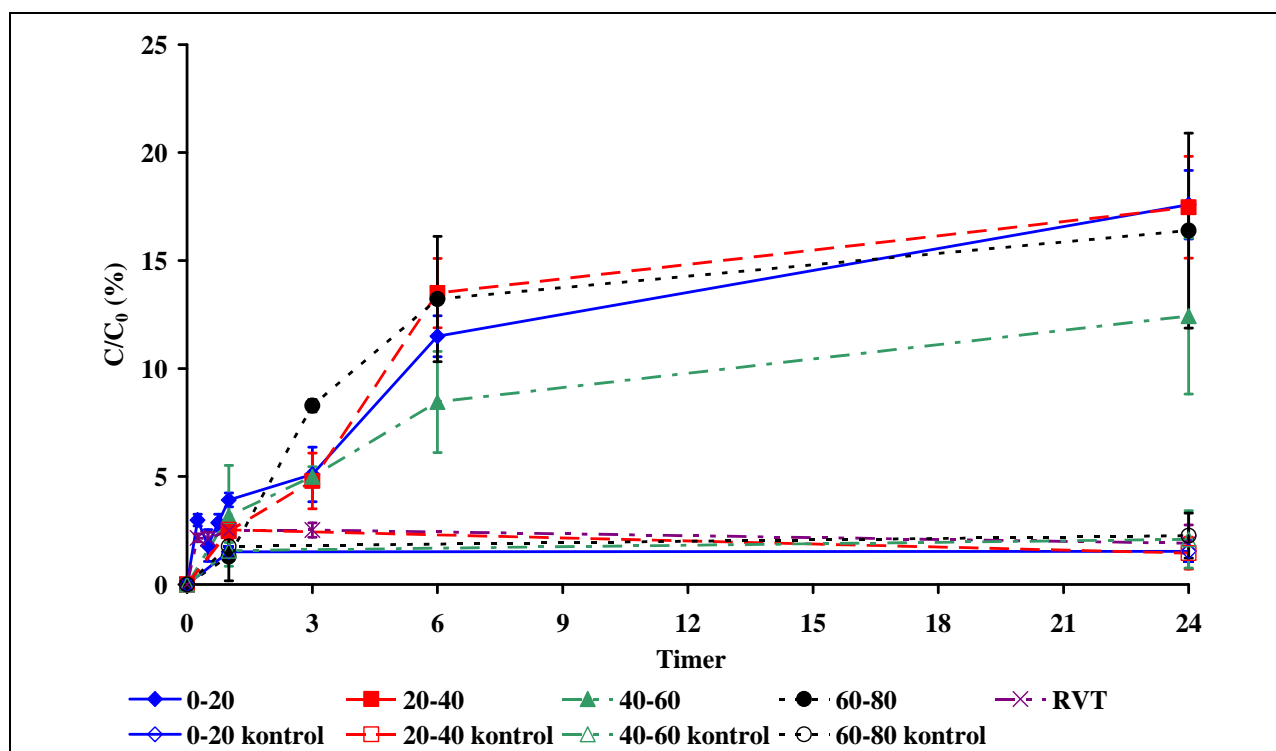
Figur 10: Profiler for jern, mangan og TOC indhold i filtersandet ned gennem nye efterfiltre, august 2006. Fejllinier angiver standardafvigelse på bestemmelserne.

### 5.2.3 Bionedbrydning

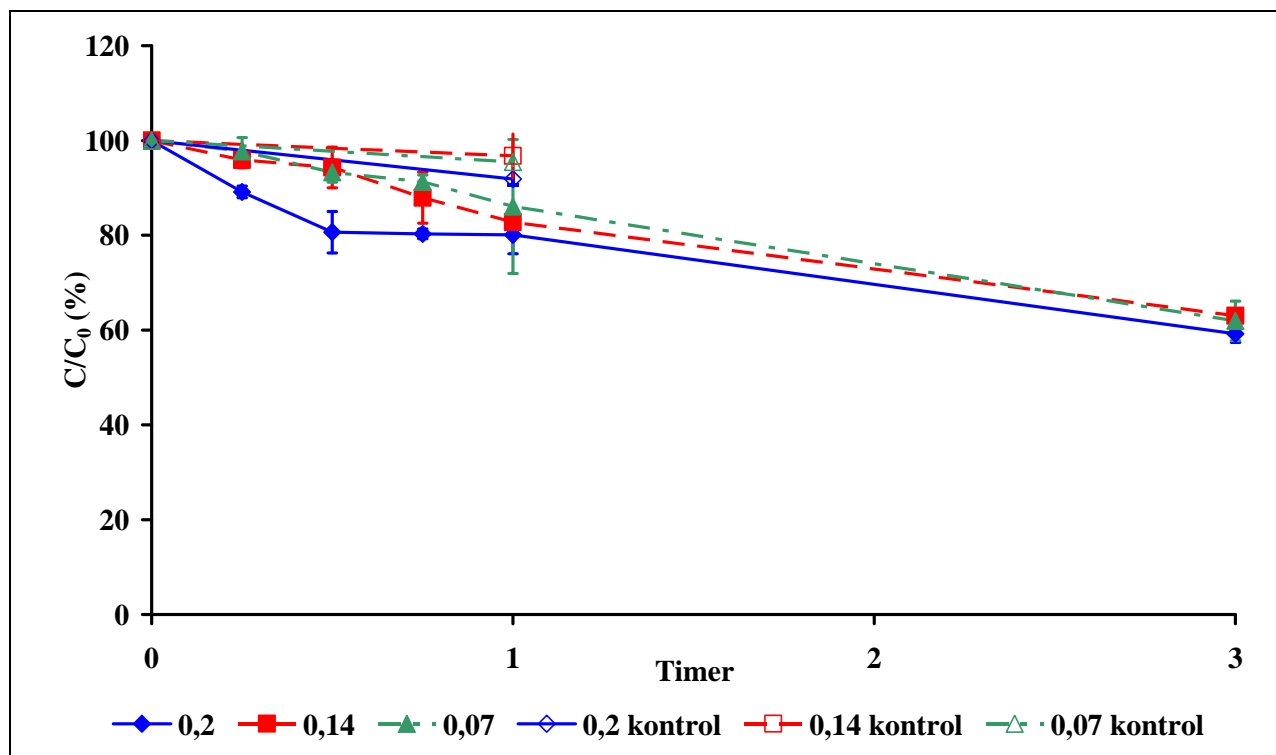
I bionedbrydningsforsøget med filtersand fra de fire dybder og 0,2 µg/L MCPP var der efter 24 timer en restkoncentrationen af MCPP i vandfasen svarende til en totalfjernelse på 79-86% (11-15% i abiotiske kontroller) (Figur 11). I alle filterdybder var der bionedbrydning med 12,5-17,5% mineralisering til CO<sub>2</sub> (ca. 2% i abiotiske kontroller, Figur 12) efter 24 timer. Mineralisering var således ikke den eneste fjernelsesmekanisme. I det ufiltrerede vand fra indgangen til rentvandstanken svarede mineralisering til de abiotiske kontroller, og der var således ikke noget nedbrydningspotentiale i det færdigbehandlede vand (Figur 12).



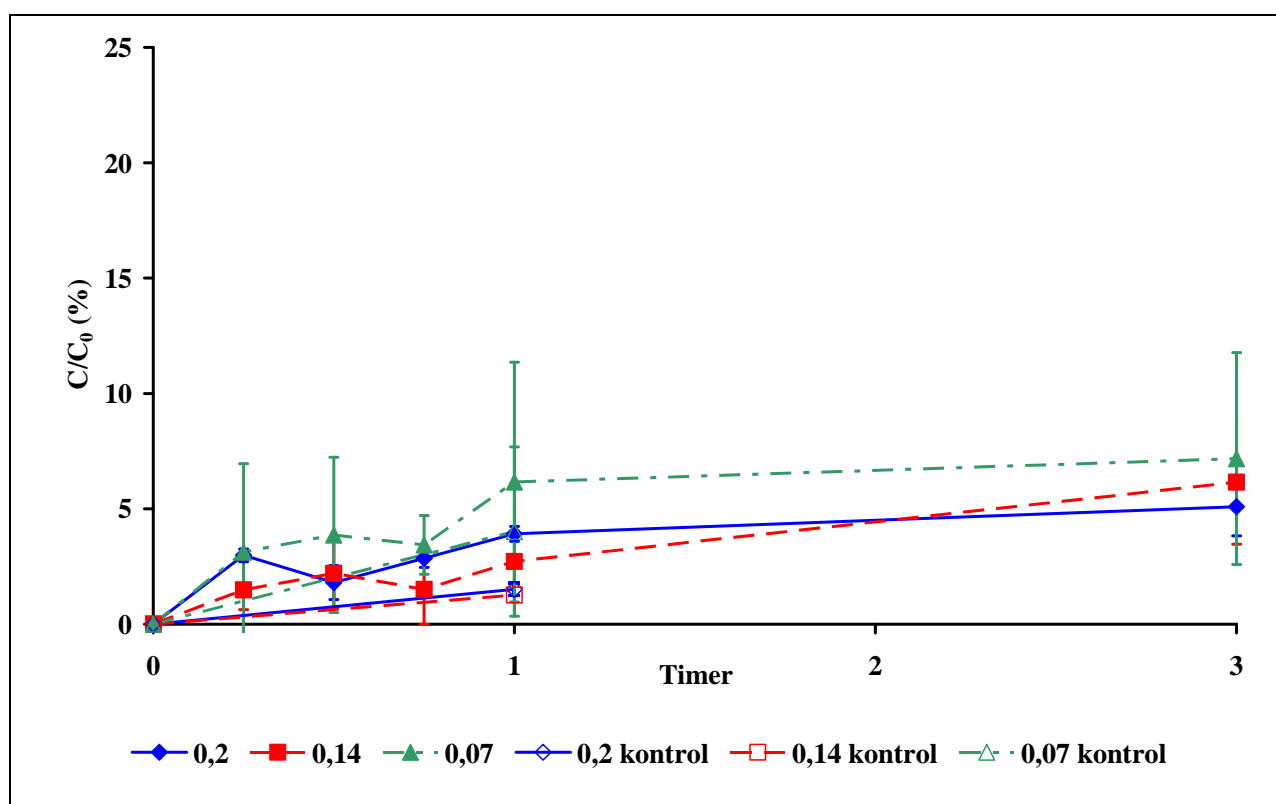
Figur 11: Bionedbrydningsforsøg med filtersand fra dybderne 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm og 60-80 cm. MCPP-restkoncentrationen i vandfasen er angivet som procentdel af initialkoncentration (0,2 µg/L). Kontroller er abiotiske prøver med inaktiveret biomasse. RVT: Prøve uden filtersand, kun med vand tappet efter efterfilteret (RTV B Figur 2). Fejllinier angiver standardafvigelsen for bestemmelserne.



Figur 12: Bionedbrydningsforsøg med filtersand fra dybderne 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm og 60-80 cm. Mineraliseringen ( $CO_2$ -produktionen) er angivet som procentdel af initialkoncentration (0,2 µg/L). Kontroller er abiotiske prøver med inaktiveret biomasse. RVT: Prøve uden filtersand, kun vand tappet efter efterfilteret (RTV B Figur 2). Fejllinier angiver standardafvigelsen for bestemmelserne.



Figur 13: : Bionedbrydningsforsøg med filtersand fra dybden 0-20 cm og tre initiale MCPK-koncentrationer (0,2 µg/L, 0,14 µg/L og 0,07 µg/L). MCPK-restkoncentrationen er angivet som procentdel af initialkoncentration. Kontroller er abiotiske prøver med inaktiveret biomasse. Fejllinier angiver standardafvigelsen for bestemmelserne. Bemærk ændring i x-akse i forhold til Figur 11.



Figur 14: Bionedbrydningsforsøg med filtersand fra dybden 0-20 cm og tre initiale MCPK-koncentrationer (0,2 µg/L, 0,14 µg/L og 0,07 µg/L). Mineraliseringen ( $\text{CO}_2$ -produktionen) er angivet som procentdel af initialkoncentration. Kontroller er abiotiske prøver med inaktiveret biomasse. Fejllinier angiver standardafvigelsen for bestemmelserne. Bemærk ændring i x-akse i forhold til Figur 12.

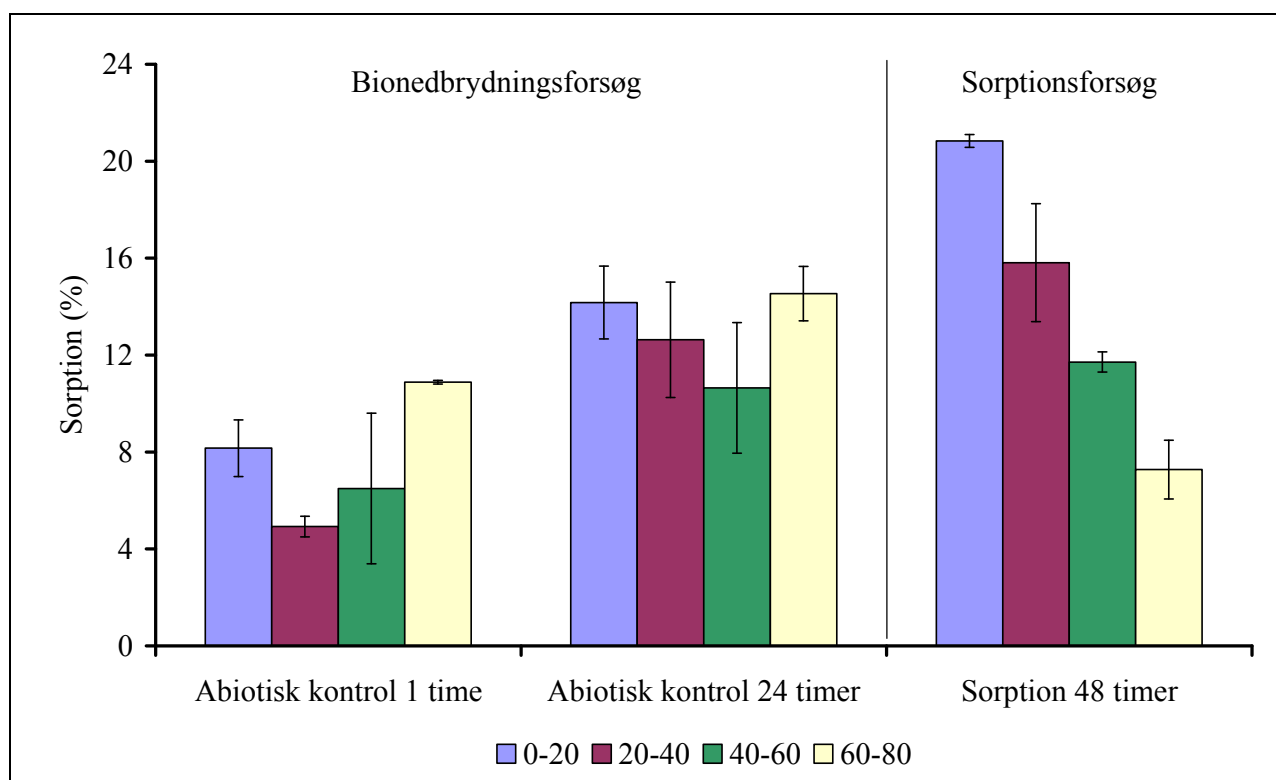
Bionedbrydningsforsøget med filtersand fra den øverste dybde (0-20 cm) og tre forskellige MCPP-initialkoncentrationer (0,07; 0,14 og 0,2 µg/L) viste ingen koncentrationsafhængig af kinetikken for fjernelsen (Figur 13 og Figur 14).

## 5.2.4 Sorption

Sorptionsforsøget opsat med filtersand fra alle fire filterdybder og én MCPP-initailkoncentration (0,2 µg/L) viste faldende sorptionskapacitet ned gennem efterfilteret fra 21% til 7% af initial koncentrationen sorberet (Figur 15). Desuden kunne de abiotiske kontroller fra bionedbrydningsforsøget anvendes til at vurderer sorbtionen, hvorved der blev set en generel stigning i sorptionen over 48 timer (filterdybden 60-80 cm var afvigende herfra - Figur 15). Sorptionsforsøget blev udført ved, hvad der antages at være, optimale vand/sand forhold og under omrystning, hvorved det antages, at en ligevægt har indstillet sig efter 48 timer. Ligevægts-sorptionskapaciteten kan udtrykkes ved  $K_d$ -værdier, der gik fra 0,27 til 0,08 cm<sup>3</sup>/g med stigende filterdybde (Tabel 4). Disse  $K_d$ -værdier er højere end  $K_d$ -værdier bestemt for de øverste 30 cm i forundersøgelsen (0,07-0,01 cm<sup>3</sup>/g – Bilag D).

**Tabel 4:**  $K_d$ -værdier for MCPP (initialkoncentration 0,2 µg/L) og sand fra de fire filterdybder i nyt efterfilter på Kerteminde Vandværk (se beregningsmetode i Bilag D).

Filterdybde [cm]	0-20	20-40	40-60	60-80
$K_d$ [cm <sup>3</sup> /g]	0,27	0,19	0,14	0,08



**Figur 15:** Sorption af MCPP i de øverste 80 cm af det nye efterfilter, august 2006. Sorberet MCPP-koncentration er angivet som procentdel af initialkoncentrationen (0,2 µg/L). Data for 1 og 24 timer er fra abiotiske kontroller uden mikrobiologisk aktivitet fra bionedbrydningsforsøget; data for 48 timer er fra det opsatte sorptionsforsøg. Fejllinier angiver standardafvigelse for bestemmelse.



## 5.3 Diskussion af resultater

### 5.3.1 Fjernelse af MCPP i efterfiltre

Vandanalyse af vand udtaget gennem vandværket viste, at MCPP-koncentrationen faldt henover efterfiltrene, men ikke over de øvrige processer. Forsøg opstillet i laboratoriet med filtersand og vand fra vandværket indikerede, at MCPP-fjernelsen i efterfiltrene er en kombination af bionedbrydning og sorption.

De hyppigere (hver dag) returskyl af forfiltrene end af efterfiltrene (hver anden dag) kan have forhindret en MCPP-nedbrydende biomasse i at etablere sig, hvilket kan være en forklaring på, hvorfor der ikke blev set bionedbrydning i forfiltrene.

Mangan blev primært udfældet i efterfiltrene, mens jern primært blev udfældet i forfiltrene, men koncentrationen af jernoxider på filtersandet var dog alligevel højere end koncentrationen af manganoxider i efterfilteret. Sorption til manganoxider var således den mest sandsynlige forklaring på sorptionsfjernelsen af MCPP.

$K_d$ -værdier var lavere ved forundersøgelsen (øverste 30 cm) end ved hovedundersøgelsen, hvilket formentlig skal tilskrives forskel i boringskombinationer og drift ved de to prøvetagninger.

På baggrund af data fra Figur 15 (sorptionkapacitet målt efter 1, 24 og 48 timers kontakttid) blev MCPP-fjernelsen ved sorption ned gennem efterfilteret estimeret vha. Formel 1. Resultaterne er angivet i Figur 16. Estimatet tilnærmer de faktisk målte værdier med faldende opholdstid. Estimatet baseret på 1 times opholdstid indikerede en højere fjernelse end den faktisk målte, hvilket stemmer overens med, at den faktiske opholdstid på prøvetagningsdagen var 6 min. Ved at øge opholdstiden i efterfilteret vil en større fjernelse ved sorption således kunne opnås.

#### Formel 1

$$C_{v,d} = C_{v,(d-1)} * (C_{v,d, \text{målt}} / C_{v,0, \text{målt}})$$

$C_{v,d}$ : MCPP-koncentration i vandfasen, i dybden d

$C_{v,(d-1)}$ : MCPP-koncentration i vandfasen i dybden ovenover dybden d

$C_{v,d, \text{målt}}$ : MCPP-koncentration i vandfasen målt i batch med filtersand fra dybden d

$C_{v,0, \text{målt}}$ : Initiale MCPP-koncentration i vandfasen målt straks efter forsøgsstart

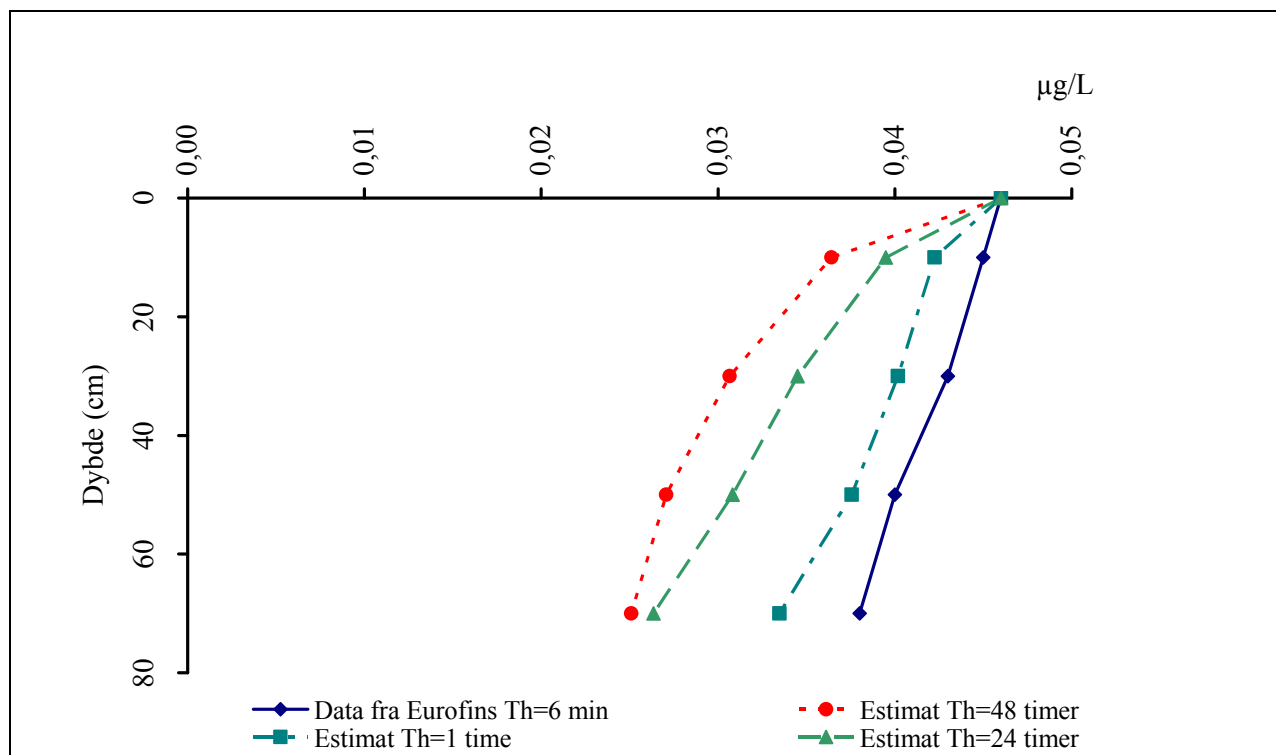
#### Formel 2

$$C_{v,d} = C_{v,(d-1)} * \{[-25,102 * (T_h/4 \text{ dybder}) + 100]/100\}$$

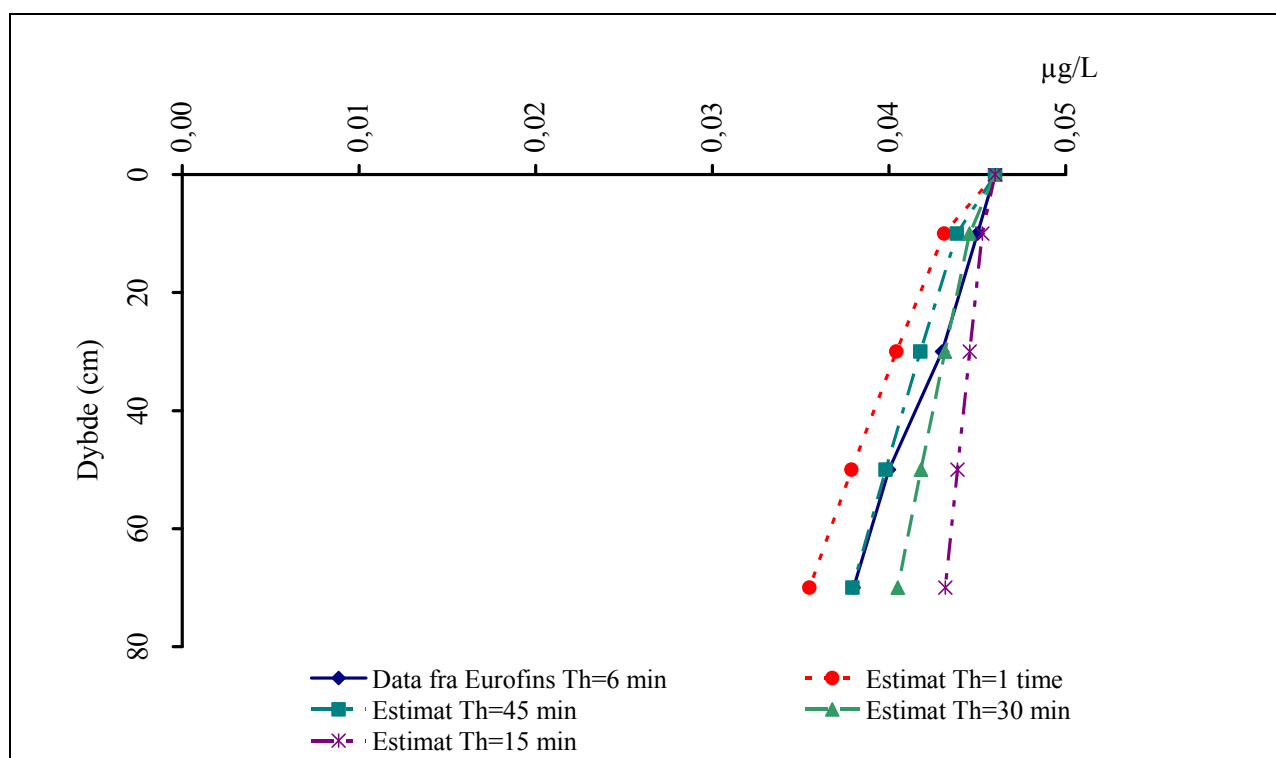
$C_{v,d}$ : MCPP-koncentration i vandfasen, i dybden d

$C_{v,(d-1)}$ : MCPP-koncentration i vandfasen i dybden ovenover dybden d

$T_h$ : Opholdstid



**Figur 16: Sorptionsestimater af MCPK-koncentrationen ned gennem nye efterfiltre ved forskellige opholdstider sammenholdt med faktisk målte MCPK-koncentrationer (Eurofins, august 2006). Indløbskoncentrationen til filteret er sat til 0,046  $\mu\text{g/L}$  (målt august 2006).**



**Figur 17: Bionedbrydningsestimater af MCPK-koncentration ned gennem nye efterfilter ved forskellige opholdstider i filteret sammenholdt med faktisk målte MCPK-koncentrationer (Eurofins, 2006). Indløbskoncentrationen til filteret er sat til 0,046  $\mu\text{g/L}$  (målt august 2006).**

Ligeledes kunne MCPP-fjernelsen ved bionedbrydning estimeres. Data fra bionedbrydningsforsøget med filtersand fra filterdybden 0-20 cm, en MCPP-initialkoncentration på 0,2 µg/L og analyse hvert 15. minut (0-1 time) blev anvendt til udledning af Formel 2. Figur 17 viser estimerer baseret på opholdstider på 1/4, 1/2, 3/4 og 1 time. Opholdstiden 15 min var tættest på den faktiske opholdstid på 6 min (fulde flow over nye efterfiltre), men det var estimerer for en opholdstider på 1/4-1/2 time, der kommer tættest på de faktisk målte værdier. Dette er en tydelig indikation af, at MCPP-fjernelsen ikke udelukkende forløb ved bionedbrydning.

### 5.3.2 Forslag til procesoptimering

#### 5.3.2.1 Optimal udnyttelse af efterfiltre

Personalet på Kerteminde Vandværk formodede, at kun ca. 20% af vandet blev ledt over de gamle efterfiltre, der havde et dobbelt så stort areal som de nye efterfiltre. Dette betød, at de nye efterfiltre havde en relativ kort opholdstid og de gamle efterfilter en relativ lang opholdstid. Ved at fordele vandstrømmen mere jævnt over hele efterfilter-arealet vil fjernelseskapaleteten for MCPP kunne maksimeres, og det producerede vands biostabilitet øges.

#### 5.3.2.2 Filterskylning

Den anvendte skylleproces var uhensigtsmæssig og var en medvirkende årsag til, at filtermaterialerne i forfiltrerne ”vokser”.

1. Skyllepumpens kapacitet var ikke korrekt i forhold til rørdimensionen på suge- og tryksiden.  
Den optimale hastighed af returskyllevandet bør være ca. 30 m/h ved vandskyl alene.
2. Skylleluftblæserens kapacitet bør være ca. 65 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>. Dette kan opnås ved at forøge blæserens omløbstal til 3200 O/min. og installere en ca. 15 kW motor.
3. Analyserne af de udtagne vandprøver viste forskellig tilbageholdelse af jern og mangan samt omsætning af ammonium i de tre forfiltre. Jerntilbageholdelsen var henholdsvis 60 %, 80 % og 80 % for forfilter 1,2 og 3. Et optimalt arbejdende filter vil tilbageholde ca. 90 %. Den tilbageholdte jernmængde udgjorde henholdsvis 135 g/m<sup>2</sup>, 180 g/m<sup>2</sup> og 180 g/m<sup>2</sup> imellem hver filterskylning. Den optimale værdi er ca. 700 g/m<sup>2</sup>. For mangan var tilbageholdelsen 48 %, 14 % og 83 %, og omsætningen af ammonium var henholdsvis 65 %, 22 % og 91 %. Det skal tillige bemærkes, at ovenstående resultater blev målt ved en lav filtrerings-hastighed, ca. 2 m/h.
4. Den hyppige returskylningsfrekvens og den valgte filterskylningsproces var medvirkende til, at filtermaterialerne ”vokser” og endvidere årsag til de varierende tilbageholdelsesprocenter for forfiltrernes vedkommende. Den optimale driftsform er at skylle filtrerne, når den tilbageholdte jernmængde er så tæt på det optimale som muligt, dvs. så sjældent som muligt. Når filtrerne skal skylles, bør dette gøres så effektivt som muligt. Der bør afprøves en ændret skylleproces, hvor der skylles med luft og vand samtidigt, dvs. luftskylning alene udelades. Skyllepumpens kapacitet skal begrænses for at undgå kavitation ved at indsætte en egnet reguleringsventil i pumpens afgangsledning.

Returskylning vil kunne optimeres ved at omdrejningsregulere skyllepumpen. Herved kan vandhastigheden ved luft-/vandskylning af forfiltrerne yderligere tilpasses af hensyn til antracitmaterialerne i det filtrerende lag. Ved en effektiv skylning vil returskyllevandsforbruget formindskes. Det årlige forbrug bør være i størrelsesordenen 0,8 % - 1,5 % af rentvandsproduktionen. En medvirkende årsag til at filtermaterialerne ”vokser” blev skønnet at være, at der ikke blev tilbageholdt mangan i filterets dybere lag. Dette medførte tillige, at hullerne i luftskyllerørene tilstoppedes med tiden. Dette har været årsag til, at der måttet monteres en større motor på blæseren. Skylleluftens funktion er at søge at ekspandere de filtrerende lag,

samtidig med at skyllevandets hastighed fjerner det tilbageholdte stof fra disse. Lufts skylning alene fjerner ikke de afsatte forbindelser, disse har blot tendens til at forblive i det filtrerende lag. Det er vigtigt, at farven på skyllevandet under filterskylningen nøje overvåges. Når farven ikke ændres, kan der ikke fjernes mere stof med den valgte vandhastighed.

Filtersand skal/bør kun udskiftes efter uhensigtsmæssig returskylning, idet det ikke indgår i selve behandlingsprocessen. Omsætningen af ammonium i filtrene forgår ved hjælp af nitrificerende bakterier, som kræver ilt for at kunne fungere effektivt. Desto oftere et filter returskylles desto sværere har disse bakterier ved at forblive i filteret.

### **5.3.2.3 Måling af vandføring til efterfiltre**

For nærmere at kunne analysere driften af efterfiltrene er det nødvendigt at kende vandføringen til de respektive filtre. Dette kan f.eks. ske ved indbygning af et målekammer ved indgangen til reaktionstanken forud for de gamle efterfiltre.

## 6 Konklusion

MCPP fra råvandet blev fjernet gennem vandbehandlingen på Kerteminde Vandværk til værdier under detektionsgrænsen. Analyse af vandprøver udtaget igennem værkets processer afklarede, at fjernelsen foregik over værkets efterfiltre, både de nye og de gamle. Vandprøver og filtersand blev udtaget fra fire dybder (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm) gennem værkets nye efterfilter 1. Bionedbrydnings- og sorptionsforsøg blev opsat i laboratoriet med  $^{14}\text{C}$ -mærket MCPP (initialkoncentration på 0,20  $\mu\text{g/L}$ ) med abiotiske kontroller tilsat natriumazid. Undersøgelserne viste, at fjernelsen forløb både ved bionedbrydning og ved sorption. Efter 24 timer ved 10°C blev der over de fire filterdybder fjernet 79-86% af den initiale MCPP-koncentration, med 13-18% fuldstændig mineraliseret og 11-15% fjernet ved sorption. MCPP-fjernelsen var uafhængig af MCPP-initialkoncentrationen i det undersøgte interval 0,07-0,2  $\mu\text{g/L}$ . På baggrund af de udførte forsøg kan der ikke siges noget endegyldigt om bionedbrydningens og sorptionens relative bidrag til MCPP-fjernelsen.

MCPP sorberede højst sandsynligt til mangan- og jernoxider, formentlig især manganoxider, som blev udfældet i efterfiltrene.  $K_d$ -værdier for nye efterfilter 1 1½ døgn efter returskyl var på 0,27-0,08  $\text{cm}^3/\text{g}$  ned gennem filtreret. Der blev ikke målt nedbrydnings- eller biprodukter af MCPP i koncentrationer over detektionsgrænsen før eller efter efterfilteret. Det færdigbehandlede vand besad ingen MCPP-nedbrydende egenskaber.

Forlængelse af opholdstiden i filtrene vil øge mængden, der sorberes og nedbrydes. Ved normal drift blev det formodet, at ca. 80% af vandet blev ledt over de nye efterfiltre (22  $\text{m}^2$ ) og ca. 20% ledt over de gamle efterfiltre (44  $\text{m}^2$ ). Ved en mere ensartet fordeling af vandet til alle efterfiltrene vil man kunne maksimere MCPP-fjernelsen og samtidigt opnå bedre biostabilitet af drikkevandet.

Returskyl af forfiltrene blev foretaget uhensigtsmæssigt og var givetvis årsag til at filtermaterialet 'vokser'. Det første skyl med luft alene bør afskaffes, da det formentlig gav anledning til kalkfældning og ophobning af partikler i den nederste del af forfiltrene.

## 7 Referencer

Arvin, E., Albrechtsen, H.-J., Boe-Hansen, R., Krag, R., Lindberg, E., Mosbæk, H., Nielsen, L. K., Rivas, I. M., og Tully, A. G. (2003) Rensning af MTBE forurenede grundvand i bioreaktor med MTBE som primært substrat. Miljøprojekt Nr. 880, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening, Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Clausen, L. (1999) Adsorption of pesticides to mineral surfaces; PhD rapport, Dept. of Geology and Geotechnical Engineering, Danmarks Tekniske Universitet.

Fyns Amt (2005) Indsatsplan for grundvand - Kerteminde 2005, Miljø- og Arealafdelingen, Fyns Amt.

GEUS: Grundvandsovervågningen 2002, Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelser.

Janniche, G.S. (2005) Microbial kinetics & Stoichiometry:  $^{14}\text{C}$ -techniques, Demonstration handouts in course 12134 Environmental Microbiology 2005, Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Jessen, S., Larsen, F., Bender Koch, C. og Arvin, E. (2005) Sorption and desorption of arsenic to ferrihydrite in a sand filter, Env. Sci. Techn., vol. 39, no. 20, pp. 8045-8051.

Kjær Nielsen, L., Tully, A. G., Albrechtsen, H.-J., Mosbæk, H., og Arvin, E. (2002) Fjernelse af MTBE i danske vandværker, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen. Nr. 17, Miljøministeriet.

Kyndbøl, T., Larsen, A.W. & Agger, J. (2001) Undersøgelse af mikrobiel nedbrydning af MCPP i vandværker. Studenterprojekt v. Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

OECD 106 (2000) OECD Guideline for testing of chemicals, - Adsorption – Desorption using a batch equilibrium method.

Pedersen, P. G. (2000) Pesticide degradability in groundwater: Importance of redox conditions. Department of Environmental Science and Engineering, Danmarks Tekniske Universitet.

Reitzel, L. A. (2005) Quantification of natural attenuation using analytical-chemical tools Ph.D. Rapport v. Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Toräng, L., N. Nyholm & H.-J. Albrechtsen. (2003) Shifts in biodegradation kinetics of the herbicides MCPP and 2,4-D at low concentrations in aerobic aquifer materials, Environmental Science & Technology, 37 (14) 3095-3103.

## Forundersøgelsen

Forundersøgelsen blev indledt med prøvetagning på Kerteminde Vandværk 27. juni 2006. Der blev forsøgsvis udtaget vandprøver og filtersand fra den øverste halvdel af filtret i dybderne 0-10 cm, 10-20 cm og 30-40 cm. Boringskombinationen blev startet kl. 8 om morgenen, men pga. defekt logger blev boringskombinationen ikke registreret. Vandstrømmen blev ledt over både de nye og de gamle efterfiltre, hvor det formodes at ca. 80 blev ledt over de nye efterfiltre og ca. 20% over de gamle efterfiltre. Nye efterfilter 1 sidst var returskyllet kl. 1 d. 26/6 og nye efterfilter 2 kl. 1 d. 27/6.

Der blev udtaget vand og filtersand fra filterdybderne 0-10 cm, 10-20 cm og 20-30 cm i det nye efterfilter 1.

Med forundersøgelsen ønskedes:

- Afprøvning og optimering af prøvetagningsmetoder i filteret.
- Afklaring af om en evt. MCPPP-nedbrydende biomasse bevarede nedbrydningsevnen så længe, at forsøg kunne opsættes i laboratoriet dag(e) efter udtagelse, eller om forsøgene skulle udføres direkte på vandværket.
- Screening af bionedbrydningspotentiale og sorptionskapacitet.

Følgende forsøg blev opstillet:

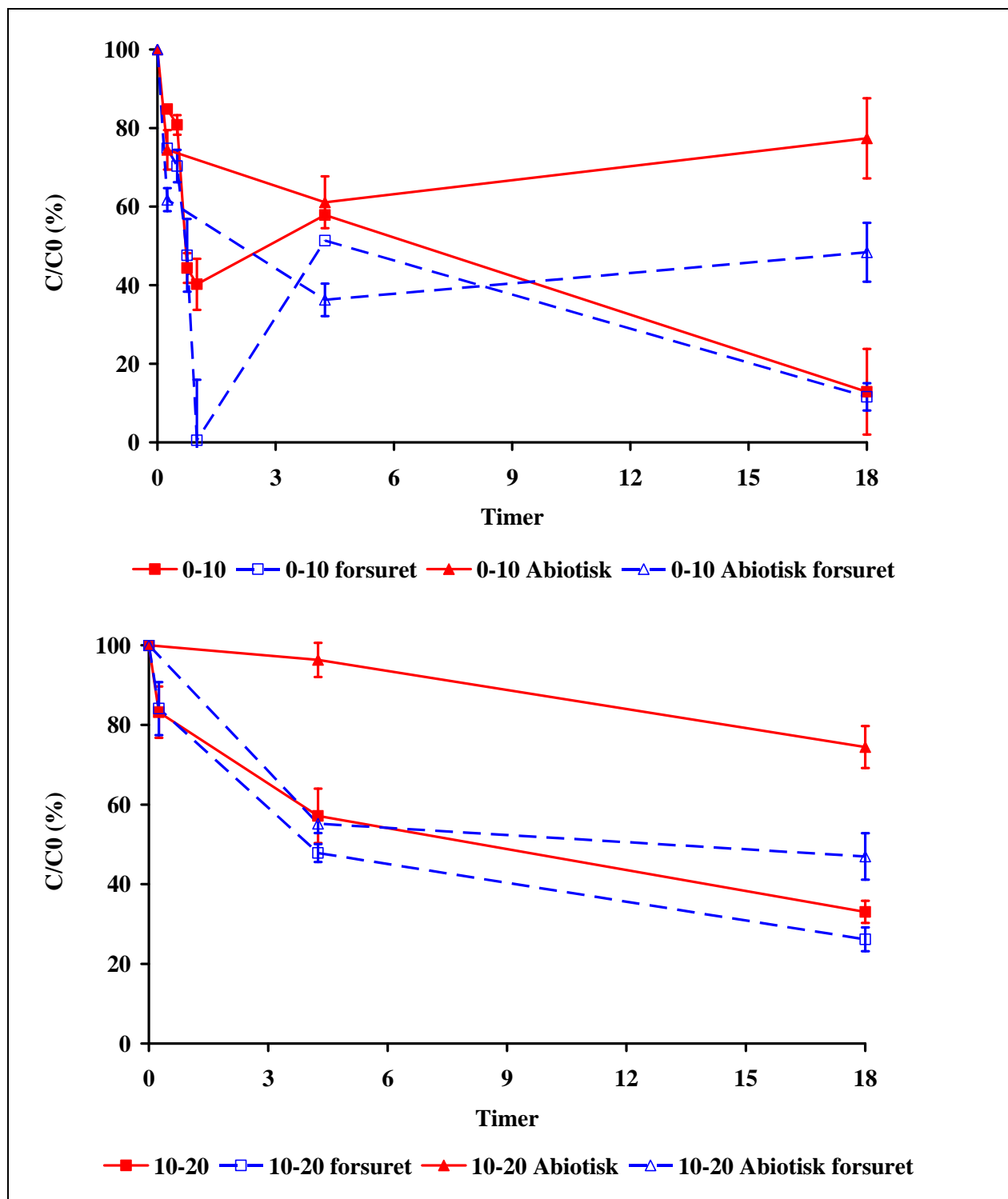
Bionedbrydningsforsøg med én initial  $^{14}\text{C}$ -MCPPP-koncentration (0,2  $\mu\text{g/L}$ ) og filtersand fra de to øverste dybder. Forsøg blev startet umiddelbart efter udtagelse på vandværket og 2 døgn senere i laboratoriet. Opstilling på vandværket krævede ændringer i proceduren for bionedbrydningsforsøget, da natriumazid ikke kunne tillades på vandværket, og basefælderne ikke kunne transporteres.

- Opsætning på vandværk (alternativ metode):
  - Abiotiske kontroller blev forsøgsvis fremstillet ved forsuring af prøven med HCl (pH<2).
  - Mineraliseringen ( $\text{CO}_2$ -produktion) blev mellem 0. og 18. time målt som forskellen imellem en delprøve (både en filtreret og en ufiltreret) og en forsuret delprøve ( $\text{CO}_2$  afstrippet). Efter 9 døgn blev mineraliseringen målt ved brug af basefælder.
- Opsætning i laboratoriet (traditionel metode):
  - Abiotiske kontroller blev tilsat natriumazid (2 g/L).
  - Mineraliseringen ( $\text{CO}_2$ -produktion) blev målt ved brug af basefælder 25 timer og 7 døgn efter forsøgsstart. Ved 0, 3 og 12 timer blev endvidere målt  $^{14}\text{C}$ - rest i vandfasen. (For detaljer se Bilag C).

Sorptionsforsøg med én initial  $^{14}\text{C}$ -MCPPP-koncentration (0,2  $\mu\text{g/L}$ ) og filtersand fra de tre dybder (for detaljer se Bilag D).

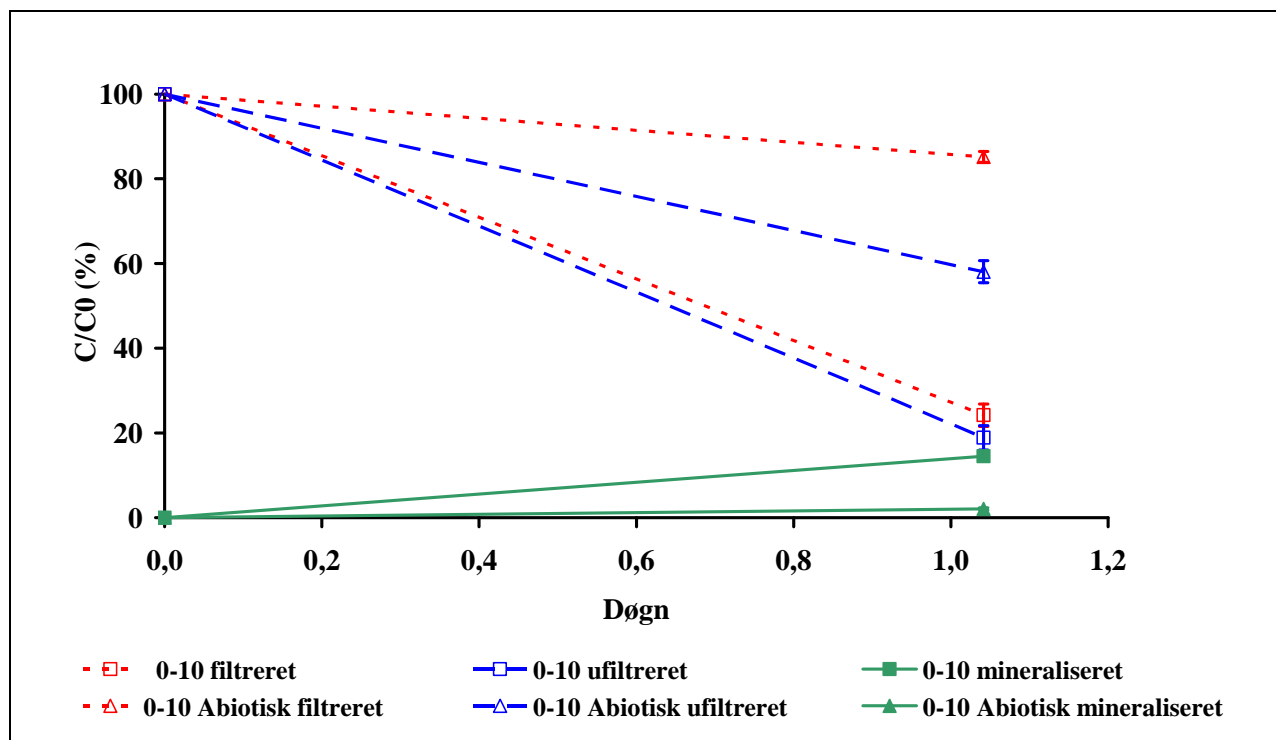
## Resultater

Resultater for nedbrydningsforsøg opstillet på Kerteminde vandværk umiddelbart efter prøvetagning er angivet i Bilagsfigur I. MCPPP-koncentrationer er givet som procentdel af initialkoncentrationen.

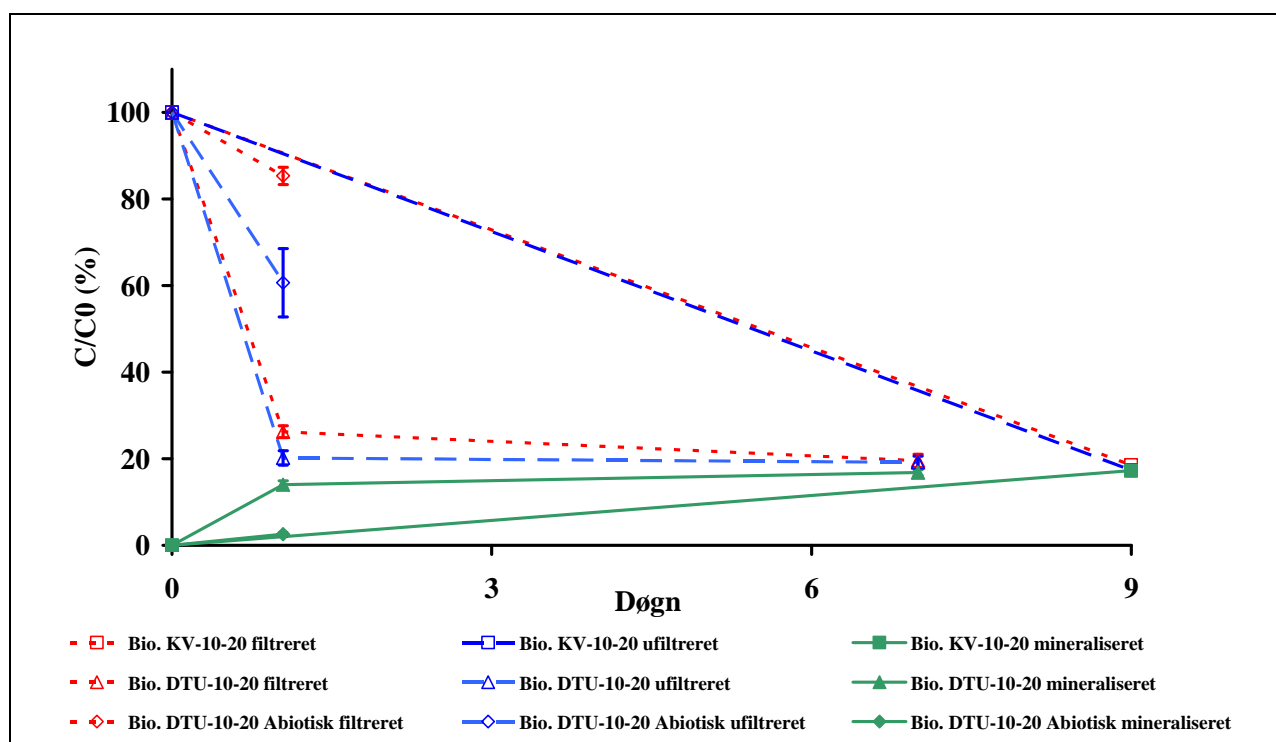


Bilagsfigur I: Bionedbrydningsforsøg opstillet på Kerteminde vandværk direkte efter udtagning (alternativ metode) juni 2006. Der blev opstillet prøver med filtersand fra dybderne 0-10 cm (øverst) og 10-20 cm (nederst). MCPP-koncentrationer i vandfasen er angivet som procentdel af initialkoncentrationen (0,2 µg/L). Differencen imellem uforsuret og forsuret delprøve skulle være estimeret for mineraliseringen (CO<sub>2</sub>-produktionen). Kontroller er abiotiske prøver med inaktiveret biomasse (ved tilsætning af HCl). Fejllinier angiver standardafvigelsen for bestemmelsen.





**Bilagsfigur II:** Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet (traditionel metode) 2 døgn efter udtagning med filtersand fra dybden 0-10 cm, juni 2006. MCPP-koncentrationer i vandfasen er angivet som procentdel af initialkoncentrationen (0,2 µg/L). Mineralisering (CO<sub>2</sub>-produktionen) er bestemt ved brug af basefælder. Kontroller er aniotiske prøver med inaktiveret biomasse. Fejllinier angiver standardafvigelse for bestemmelsen.



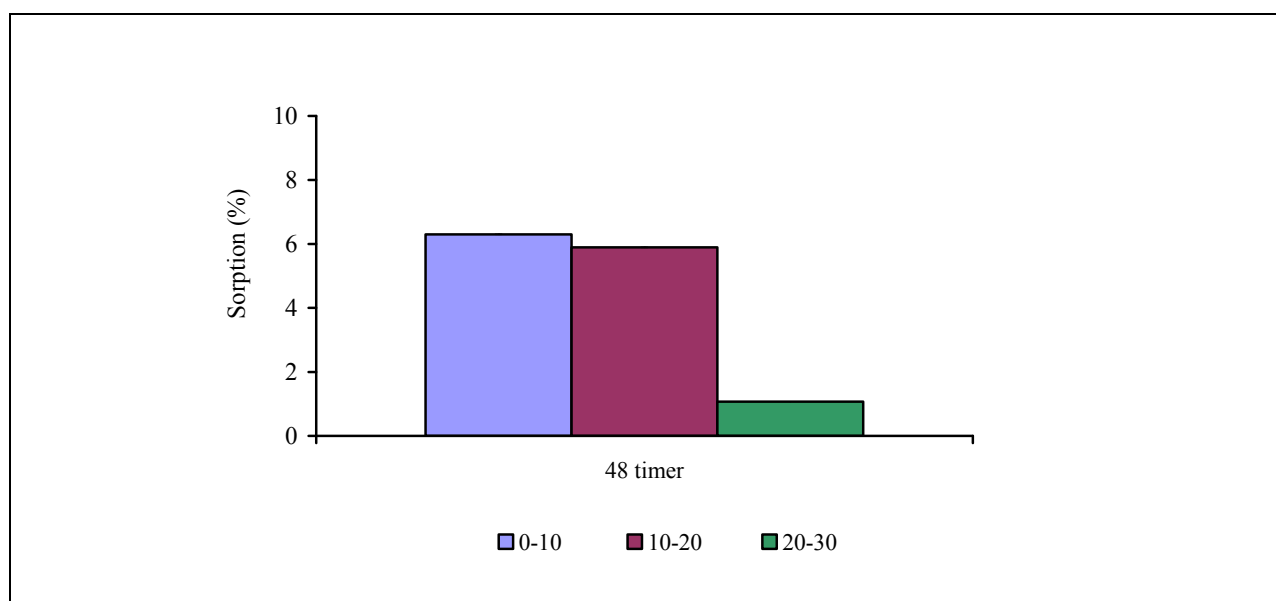
**Bilagsfigur III:** Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet (traditionel metode) 2 døgn efter udtagning med filtersand fra dybden 10-20 cm, juni 2006. Resultater for dag 9 fra forsøg opstillet direkte på vandværket er indsat. MCPP-koncentrationer i vandfasen er angivet som procentdel af initialkoncentrationen (0,2 µg/L). Mineralisering (CO<sub>2</sub>-produktionen) er bestemt ved brug af basefælder. Kontroller er abiotiske prøver med inaktiveret biomasse. Fejllinier angiver standardafvigelse for bestemmelsen.

Over de første 18 timer blev set et sammenlignelig mønstre dels for uforsuret delprøve (delprøve inkl. produceret  $\text{CO}_2$ ), forsuret delprøve (delprøve ekskl. produceret  $\text{CO}_2$ ) både for selve prøven og den tilsvarende abiotiske kontrol (uden mikrobiologisk aktivitet) for begge dybder. For alle prøver blev set en, om end ikke konsekvent, reduktion i MCPK-koncentrationen over tid. Mineralisering ( $\text{CO}_2$ -produktionen) bestemt som forskellen imellem uforsuret og forsuret delprøve varierede over tid og blev i nogle tilfælde negativ, så metoden var ikke følsom nok til at bestemme en evt. mineralisering. Selv i de abiotiske kontroller faldt koncentrationen, enten pga. sorption eller fordi tilsætning af HCl ikke var tilstrækkelig til at inaktivere mikroorganismerne. Metoden blev således ikke fundet egnet til brug ved hovedundersøgelsen.

Ved opsætning i laboratoriet blev mineralisering målt på traditionel vis ved brug af basefælder. MCPK-koncentrationer som procentdel af initialkoncentrationen for dybden 0-10 cm er angivet i Bilagsfigur II og for dybden 10-20 cm i Bilagsfigur III. I Bilagsfigur III er endvidere indsat resultatet fra dag 9 målt ved brug af basefælde for forsøget opsat direkte på vandværket.

Sorptionen af MCPK var sammenlignelig for dybderne 0-10 cm og 10-20 cm med værdier omkring 6%, men noget lavere ca. 1% for dybden 20-30 cm (Bilagsfigur IV). MCPK's sorptionsegenskaber udtrykt ved fordelingskoefficient  $K_d$  gav værdier fra 0,07 – 0,01  $\text{cm}^3/\text{g}$  (Bilagstabel I- beregning i Bilag D).

Rådata for bionedbrydningsforsøgene kan ses i Bilag C og for sorptionsforsøget i Bilag D.



**Bilagsfigur IV:** Sorption af MCPK i de øverste 30 cm af det nye efterfilter, juni 2006. Sorberet MCPK-koncentration er angivet som procentdel af initialkoncentrationen (0,2  $\mu\text{g}/\text{L}$ ). Standardafvigelserne for bestemmelsen var <0,0027.

**Bilagstabel I:**  $K_d$ -værdier for de øverste 30 cm af det nye efterfilter baseret på data fra forundersøgelsen juni 2006.

Dybde [cm]	0-10	10-20	20-30
$K_d$ [ $\text{cm}^3/\text{g}$ ]	0,07	0,06	0,01

Forundersøgelsen ledte således til følgende konklusioner, som kunne anvendes til planlægning af hovedundersøgelsen:

- MCPK blev fjernet fra vandfasen.

- Målt ved brug af basefælder observeredes CO<sub>2</sub>-produktion, hvilket indikerede en bionedbrydning af MCPP.
- Mikroorganismernes bionedbrydningskapacitet bibeholdes efter fjernelse fra vandværk, og forsøg kunne således forsvares opsat i laboratoriet i hovedundersøgelsen.
- Der blev også målt mineralisering i abiotiske prøver, hvilket indikerer, at natriumazid ikke havde været tilsat tilstrækkelig lang tid før forsøgsstart, så al mikrobiologisk aktivitet ikke var ophørt. I hovedundersøgelse tilsattes de abiotiske prøver derfor natriumazid minimum 12 timer før forsøgsstart.
- Tab af MCPP under forsøg, formentlig pga. af udtagning uden CO<sub>2</sub>-korrigtion. Hovedundersøgelse opsattes derfor som lukkede systemer, og CO<sub>2</sub>-korrigering indtaget i beregninger.
- Inkonsekvens imellem filtreret og ufiltreret prøver – i hovedundersøgelsen anvendtes derfor kun filtrerede prøver.
- Sorption højere i de øverste 20 cm end i dybden 20-30 cm.
- Både bionedbrydningspotentiale og sorptionspotentiale – begge fjernelsesmekanismer blev således videre undersøgt i hovedundersøgelsen.

Ikke signifikant forskel imellem resultater fra dybderne 0-10 cm og 10-20 cm. Da det endvidere var kompliceret at udtage filtersand fra så snævre intervaller, anvendtes 20 cm intervaller i hovedundersøgelsen.

## Prøvetagningsudstyr og –udtagningsmetode

Alt udstyr blev rensset med en tynd klorinopløsning før det blev anvendt til prøvetagning i efterfilteret.

### Vandprøver

Vandprøver ned gennem efterfilteret blev udtaget med en prøvetager bestående af et langt rustfrit stålrør (150 cm, ydre diameter: 10 mm, indre diameter: 7 mm) med filterindtag ved den ene ende og en ca. 50 cm silikoneslange (Ø ca. 10 mm) påmonteret den anden ende og tilsluttet en peristaltisk pumpe. Filterindtaget bestod af 6 riller (å 8 mm x 1 mm) placeret á 3 stk. på hver sin side af røret indfræset over en afstand på ca. 2 cm (Bilagsfoto 1).



**Bilagsfoto 1: Prøvetager til udtagning af vandprøver i funktion, pumpedel står på filtermuren.**

Vandprøver fra efterfilteret blev udtaget mindst 0,5 m fra filterets kanter. Prøvetageren blev trykket ned i den ønskede prøvetagningsdybde og prøverne blev udtaget ved konstant pumpehastighed. Pumpehastighederne blev indstillet, så der ikke blev trukket vand fra de omkringliggende dybder. Under antagelse af, at filtrene blev kørt med en filterhastighed på 2 m/t og, at vand kunne trækkes fra et område svarende til en kugle med diameter svarende til dybdeintervallet (10 cm i forundersøgelsen og 20 cm i hovedundersøgelsen) blev der estimeret et rådighedsvandvolumen på 260 mL/min i forundersøgelsen og 520 mL/min i hovedundersøgelsen i de enkelte dybder. Pumpehastigheden blev derfor sat til 150 mL/min i forundersøgelsen og 300 mL/min i hovedundersøgelsen. Mellem hver prøvetagningsdybde blev prøvetageren skyllet med vand i 5 min svarende til ca. 6 gange prøvetagerens volumen i forundersøgelsen og ca. 12 gange volumen i hovedundersøgelsen.

Vand som skulle anvendes som testvand i forsøgene blev tappet fra en hane ved indgangen til den lille rentvandstank (RVT B, Figur 2). Vandet blev opbevaret mørkt i steriliserede 5L PYREX flasker ved ca. 5°C indtil hjemkomst fra Kerteminde Vandværk, mens det på DTU blev opbevaret mørkt ved 10°C. Vandet blev sterilfiltreret inden anvendelse som testvand.

## Filtersandsprøver

Prøver af filtersandet blev udtaget ved brug af en sandspand af rustfrit stål (Ø 6 cm) med klap af polyethylen (PE) og et rustfrit stålrør til afstivning af borehul (Bilagsfoto 2).

Filtersandsprøver blev taget på samme sted som vandprøver blev udtaget. Afstivningsrøret og sandspanden blev presset ned i den ønskede prøvetagningsdybde. Filterspanden blev trukket op, og filtersandsprøven overført til syltetøjsglas (syrevasket og brændt ved 550°C i 12 timer), mens afstivningsrøret forblev i filteret. Sandspanden blev genindført i afstivningsrøret og banket ned til næste prøvetagningsdybde. Proceduren blev gentaget i de ønskede dybder.



**Bilagsfoto 2: Afstivningsrør og sandspand i funktion i filteret.**

## Bionedbrydningsforsøg

### <sup>14</sup>C-mærket MCPP

Med radioaktivt, <sup>14</sup>C-mærket MCPP er det muligt at følge den komplette mineralisering af MCPP til CO<sub>2</sub>:



Med væskescintillationstælling måles kun på <sup>14</sup>C-aktiviteten, og der kan med denne metode derfor ikke adskilles imellem forskellige stoffer. Adskillelsen skal derfor ske før målingen ved andre teknikker (Janniche, 2005):

- Ved filtrering af prøven adskilles opløst MCPP og MCPP sorberet og/eller inkorporeret i biomasse.
- Ved forsurening af vandprøven afstrippes <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> fra vandfasen og denne CO<sub>2</sub> kan kvantificeres efter opsamling i en basefælde (med f.eks. NaOH).

Den specifikke aktivitet for <sup>14</sup>C -mærket MCPP var 23 mCi/mmol, (med en radiokemisk renhed > 95 %).

### Generelt

- Alt glasudstyr blev syrevasket og brændt ved 550°C i 12 timer.
- Pyrexflasker med teflonindlæg blev syrevasket, skyllet med MiliQ-vand og brændt ved 180° C i 5 timer.
- Pipettespidser, teflonpropper og udvejningsværktøjer blev autoklaveret ved 120°C i 20 minutter og efterfølgende tørret i ovn ved 60°C.
- Testvand var sterilfiltreret (0,2 µm filtre) færdigbehandlet vand tappet ved indløb til lille rentvandstank (RVT B, Figur 2).
- Delprøver blev udtaget i 20 mL PE vials, der blev vejede før og efter udtagelse til bestemmelse af udtagne prøvevolumen.
- Delprøver blev tilsat scintillationsvæske (OptiPhase "Hisafe" 3, Wallac) forud for tælling på scintillations-apparat 1414 WinSpectral<sup>TM</sup>, Wallac, som tæller <sup>14</sup>C-aktiviteten (DPM) i den enkelte prøve.

### Forundersøgelse

#### Forsøg opstillet direkte på Kerteminde Vandværk (alternativ metode)

Ved forsøget opstillet på Kerteminde Vandværk blev abiotiske kontroller fremstillet ved forsurening af prøve med HCl (pH<2) og CO<sub>2</sub>-produktionen målt som forskellen imellem MCPP-koncentrationen i en uforsuret og forsuret (CO<sub>2</sub> afstrippet) delprøve. Bionedbrydningen af MCPP blev fulgt intensivt over et kort tidsrum fra 0. til 1. time (vandets anslåede opholdstid i efterfilteret). Efterfølgende blev der udtaget delprøver efter 4 ¼ og 18 timer og efter 9 døgn. Ved sidste prøvetagning blev der opstillet basefælder.

- Dagen før prøvetagningen på vandværket blev der fremstillet en MCPP-brugsopløsning (40 µg/L <sup>14</sup>C-mærket MCPP) i MiliQ-vand ud fra en stamopløsning på 5 mg <sup>14</sup>C-MCPP/L.

- Batch blev opstillet i 500 mL pyrexflasker med red-cap låg med teflon indlæg med 200 g testvand og 200 g vådt filtersand. Ved forsøgsstart blev hver batch med pipette tilsat 1 mL brugsopløsning til en MCP-PP-initialkoncentration på 0,2 µg/L.
- Abiotiske kontroller blev tilsat 37 % koncentreret HCl til pH < 2.
- Delprøver á ca. 10 mL blev udtaget med 10 mL engangssprøjter og filtreret (0,2 µm PTFE (Advantec/MFS 13 HP))<sup>2</sup>, hvorved de biotiske processer blev stoppet og partikler blev frafilteret, hvortil MCP-PP kunne være sorberet eller inkorporeret i biomassen.
- Delprøver blev udtaget parvist fra hver batch. Den ene prøve blev straks efter udtagningen forsuret med 37 % koncentreret HCl til pH < 2.
- Delprøverne blev tilsat 10 mL scintillationsvæske og talt i 20 min., enkelte prøver kun i 5 min. (19 stk. prøver udtaget 4¼ time efter forsøgsstart).
- Med kendskab til prøvevolumen blev aktiviteten efterfølgende omregnet til MCP-PP-koncentrationer (µg MCP-PP/L).
- Den målte forskel imellem den forsuret og uforsuret prøve, som parvist blev udtaget fra batch, skulle være et estimat af <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> mængden produceret ved nedbrydning af <sup>14</sup>C-MCP-PP.

Bilagstabel II viser hvilke batch, der blev opstillet på vandværket, og hvornår delprøver blev udtaget fra disse. Resultater er angivet i Bilagstabel III.

**Bilagstabel II: Bionedbrydningsforsøg opstillet direkte på Kerteminde Vandværk. Oversigt over opstillede batch og tidspunkter for delprøveudtagninger. Prøveudtagningerne ved 4 ¼ samt 18 time og 9 døgn efter forsøgsstart blev udført i laboratoriet.**

MCP-PP-initialkoncentration: 0,2 µg/L			Delprøveudtagning							
Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) HCl (pH<2)	Antal replika	Tid efter forsøgsstart (timer)							
			0	1/4	½	3/4	1	4 1/4	18	216
0-10	-	3		X	X	X	X	X	X	
0-10	+	3	X	X				X	X	
10-20	-	3		X				X	X	X <sup>1</sup>
10-20	+	3	X					X	X	

<sup>1</sup>: Delprøver opsat med basefælder.

<sup>2</sup> En tidligere undersøgelse af Clausen (1999) har vist, at maksimalt 3,9 % MCP-PP tilbageholdes i denne filtertype.

**Bilagstabel III: Bionedbrydningsforsøg opstillet direkte på Kerteminde Vandværk. Resultater er angivet som procentdel af MCP-PP-initialkoncentrationen (0,2 µg/L) målt i filtrerede (0,2µm) uforsurede og forsurede delprøver (parvis udtaget fra batch).**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) HCl (pH<2)	Antal replika	Delprøve- udtagning (timer)	Uforsuret				Forsuret				Difference Mineraliseret
				g.s	±	S.D.	N	g.s	±	S.D.	n	
0-10/10-20	+	6	0	100	±	14	6	100	±	10	6	0
0-10	-	3	¼	85	±	2	3	75	±	4	3	10
			½	81	±	4	3	70	±	9	3	10
			¾	44	±	6	3	48	±	15	3	-3
			1	40	±	0	2	1	±	-	1	40
			4 ¼	58	±	11	3	51	±	3	2	7
			18	13	±	0	2	12	±	3	3	1
0-10	+	3	¼	74	±	5	3	62	±	3	3	13
			4 ¼	61	±	7	2	36	±	4	3	25
			18	77	±	10	3	48	±	7	3	29
10-20	-	3	¼	83	±	6	3	84	±	7	3	-1
			4 ¼	57	±	7	3	48	±	2	3	9
			18	33	±	3	3	26	±	3	3	7
10-20	+	3	4 ¼	96	±	4	3	55	±	2	3	41
			18	74	±	5	3	47	±	6	3	27

g.s: gennemsnit af 'n' målinger, n: antal målinger.

### Forsøg opstillet i laboratoriet (traditionel metode)

Bionedbrydningsforsøg blev opstillet i laboratoriet på traditionel vis med basefælder 2 døgn efter udtagelsen. Bionedbrydningen blev fulgt over en længere periode, fra 0 til 25 timer samt efter 7 døgn.

- Dagen før forsøgsstart blev der fremstillet en MCP-PP-brugsopløsning (140 µg/L <sup>14</sup>C-mærkede MCP-PP) i MilliQ-vand ud fra en stamopløsning på 5 mg <sup>14</sup>C-MCP-PP/L.
- Batch blev opstillet i 300 mL serumsflasker med teflonprop og aluminiumslåg med 70 g testvand og 70 g vådt filtersand. Ved forsøgsstart blev hver batch med pipette tilsat 100 µL brugsopløsning til en initialkoncentration på 0,2 µg/L <sup>14</sup>C-MCP-PP.
- Abiotiske kontroller blev ved forsøgsstart tilsat natriumazid (2 g/L).
- Efter 1 og 7 døgn blev ca. 7 mL delprøve overført til 20 mL vial: ydervial og tilsat 350 µL 37 % koncentreret HCl. En 6 mL vial: indervial indeholdende 1 mL 2 M NaOH opløsning til opsamling af afstrippet <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> (basefælde), blev straks efter nedsat i ydervialen og låget til ydervialen lukket til.
- Basefælderne stod i mindst to døgn ved stuetemperatur, så alt afstrippet CO<sub>2</sub> blev opsamlet. Efterfølgende blev den forsurede delprøve i ydervialen delt i to, hvoraf den ene del blev filtreret igennem et 0,2 µm PTFE filter (Advantec/MFS 13 HP).
- Der var ikke opstillet basefælder for 0. til 12. time. I stedet blev der udtaget prøver á 10 mL, der blev filtreret (0,2µm PTFE (Advantec/MFS 13 HP) til 20 mL vial.
- Delprøverne blev tilsat 10 mL scintillationsvæske og talt i 20 min.
- Batch blev inkuberet ved 10° C i mørke, men prøvetagningen fra batch foregik i laboratorium ved stuetemperatur.



Bilagstabel IV viser hvilke batch, der blev opstillet, og hvornår delprøver blev udtaget fra disse. Resultater er angivet i Bilagstabel V og i Bilagstabel VI.

**Bilagstabel IV: Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet 2 døgn efter udtagning. Oversigt over opstillede batch og tidspunkter for delprøveudtagninger.**

MCCP-initialkoncentration: 0,2 µg/L			Delprøveudtagning				
Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol)	Antal Replika	Tid efter forsøgsstart				
	Natriumazid (2 µg/L)		0 timer	3 timer	12 timer	1 døgn	7 døgn
-	-	1	X				
0-10	-	3		X	X	X	
0-10	+	3		X	X	X	
10-20	-	3		X	X	X	X
10-20	+	3		X	X	X	

**Bilagstabel V: Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet 2 døgn efter udtagning. Resultater er angivet som procentdel af MCCP-initialkoncentrationen (0,2 µg/L) målt i ufiltreret, filtreret (0,2µm) og mineraliseret delprøve. #: Resultater for dag 9 fra forsøg opstillet direkte på Kerteminde Vandværk medtaget.**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natrium-azid (2 g/L)	Antal replika	Delprøve-udtagning (døgn)	Ufiltreret				Filtreret				Mineraliseret			
				g.s.	±	S.D.	n	g.s.	±	S.D.	n	g.s.	±	S.D.	n
-	-	1	1	100	±	-	1	100	±	-	1	1	±	-	1
0-10	-	3	1	19	±	3	3	24	±	3	3	14	±	1	3
0-10	+	3	1	58	±	3	3	85	±	1	3	2	±	0	3
10-20	-	3	1	20	±	2	3	26	±	1	3	14	±	1	3
			7	19	±	1	2	20	±	2	3	17	±	1	3
10-20	+	3	1	61	±	8	3	85	±	2	3	3	±	1	3
10-20 <sup>#</sup>	-	3	9	171	±	1	3	91	±	0	3	71	±	0	3

g.s.: gennemsnit af ”n” målinger, n: antal målinger, #: Resultater for dag 9 fra forsøg opstillet direkte på Kerteminde Vandværk medtaget.

**Bilagstabel VI: Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet 2 døgn efter udtagning. Resultaterne er angivet som procentdel af MCP-PP-initialkoncentrationen (0,2 µg/L) målt i vandfasen.**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natrium-azid (2g/L)	Antal replika	Delprøve- udtagning (timer)	Rest MCP-PP- koncentration i vandfase			
				g.s	±	S.D.	n
-	-	1	0	100	±	2	2
			3	98	±	-	1
			12	102	±	-	1
0-10	-	3	3	62	±	2	3
			12	33	±	1	3
0-10	+	3	3	88	±	5	3
			12	87	±	3	3
10-20	-	3	3	62	±	6	3
			12	33	±	2	3
10-20	+	3	3	90	±	2	3
			12	90	±	0	2

g.s: gennemsnit af "n" målinger, n: antal målinger.

## Hovedundersøgelse

- Samme aften som hjemkomst fra Kerteminde Vandværk, dvs. aftenen før forsøgsstart, blev der lavet en natriumazid opløsning (4 g/L) i testvand.
- På samme dag som forsøgsstart blev der fremstillet MCP-PP-brugsopløsninger: 0,4 µg/L, 0,28 µg/L, 0,14 µg/L. Alle opløsninger blev fremstillet dobbelt så stærke som den endelige koncentration i batch. Opløsningerne 0,28 µg/L, 0,14 µg/L blev fremstillet i testvand ud fra en stamopløsning på 140 µg/L <sup>14</sup>C-MCP-PP-opløsning, mens opløsning 0,4 µg/L blev fremstillet i testvand ud fra en 5 mg/L <sup>14</sup>C-MCP-PP-stamopløsning.
- Aftenen før forsøgsstart blev 80 g vådt filtersand afvejet i 300 mL serumsflasker med teflonprop og aluminiumslåg. 40 mL natriumazid-opløsning (4 g/L - det dobbelte af den endelige koncentration i batch) blev tilsat de abiotiske kontroller og 40 mL testvand blev tilsat de resterende batchs.
- Ved forsøgsstart blev der tilsat 40 mL MCP-PP-brugsopløsning til de enkelte batch.
- Batch med ufiltreret testvand (80 mL) blev opsat med en MCP-PP-initialkoncentration på 0,2 µg/L til undersøgelse af et evt. nedbrydningspotentiale i det færdig behandlede vandværkssvand.
- Ved delprøveudtagning blev ca. 5 mL delprøve filtreret (0,2 µm PTFE filter, Advantec/MFS 13 HP) over i 20 mL vial: ydrevial og tilsat 350 µL 37 % koncentreret HCl. En 6 mL indervial indholdende 1 mL 2 M NaOH opløsning til opsamling af afstrippet <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> (basefælde), blev straks efter nedsat i ydervialen og låget til ydervialen lukket til (Bilagsfoto 3).
- Basefælderne stod i mindst to døgn ved stuetemperatur, så alt afstrippet CO<sub>2</sub> blev opsamlet.
- Delprøverne blev tilsat 18 mL scintillationsvæske og talt i 60 minutter.
- Batch blev opstillet, prøvetaget og inkuberet ved 10°C og blev imellem prøvetagningerne inkuberet i mørke.

Bilagstabel VII viser hvilke batch, der blev opstillet, og hvornår delprøver blev udtaget fra disse.

**Bilagstabel VII: Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet 1 døgn efter udtagning i forbindelse med hovedundersøgelsen. Oversigt over opstillede batch og tidspunkter for delprøveudtagninger.**

Filtersand fra dybde (cm)	Sterilfiltreret testvand	Initial koncentration (µg MCP/L)	(Abiotisk kontrol) Natriumazid (2 g/L)	Antal replika	Delprøveudtagning Tid efter forsøgsstart (timer)							
					0	¼	½	¾	1	3	6	24
-	+	0,07	+	3	X					X		
0-20	+	0,07	-	3		X	X	X	X	X		
0-20	+	0,07	+	3						X		
-	+	0,14	+	3	X					X		
0-20	+	0,14	-	3		X	X	X	X	X		
0-20	+	0,14	+	3						X		
-	+	0,2	+	3	X					X		X
-	-	0,2	-	3	X		X			X	X	X
0-20	+	0,2	-	3		X	X	X	X	X	X	X
0-20	+	0,2	+	3						X		X
20-40	+	0,2	-	3						X	X	X
20-40	+	0,2	+	3						X		X
40-60	+	0,2	-	3						X	X	X
40-60	+	0,2	+	3						X		X
60-80	+	0,2	-	3						X	X	X
60-80	+	0,2	+	3						X		X

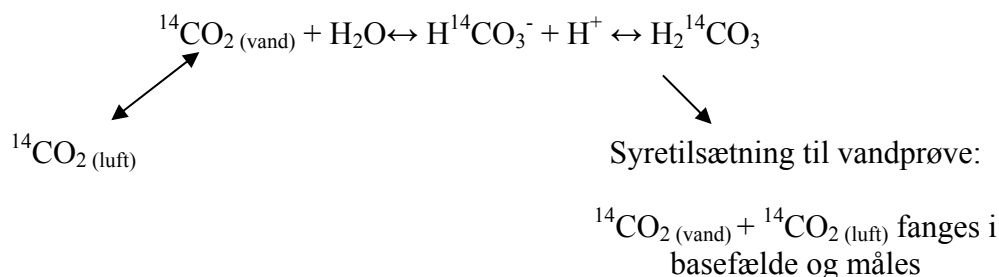


**Bilagsfoto 3: Illustration af delprøveudtagning og opsætning af basefælde.**

De talte værdier blev korrigeret for effekt af delprøveudtagning i henhold til nedenstående refereret note (Udsnit af note til kursus ”12134 Environmental Microbiology”, DTU (Janniche, 2005)).

*Hver gang der udtages en vandprøve (f.eks. 2,5 ml) fjernes dels en mængde uomdannet pesticid, som derfor ikke kan blive nedbrudt, dels en mængde  $\text{CO}_2$ , der er dannet. Disse fjernelser skal der tages højde for – især i en situation, hvor den fjernede vandmængde over tid udgør en væsentlig del af den initiale vandmængde.*

*Henrys lov ( $K_H = C_a/C_0$ ) indstiller sig mellem  $\text{CO}_2$  i vand og luft. Den målte  $\text{CO}_2$  i basefælden udtrykker summen af carbonatspecierne i vandet (altså  $\text{TU}^{14}\text{C}$ ). Udfra  $\text{TU}^{14}\text{C}$  og pH kan  $^{14}\text{CO}_2$  (vand) udregnes og så kan  $^{14}\text{CO}_2$  (luft) udregnes. Vi ønsker at vide summen af alle  $^{14}\text{C}$ -fraktioner:  $\text{TU}^{14}\text{C} + ^{14}\text{CO}_2$  (luft). For at få en koncentration som kan sammenlignes med  $^{14}\text{pesticid}$ -koncentrationene normeres det fundne ( $\text{TU}^{14}\text{C} + ^{14}\text{CO}_2$  (luft)) med vandmængden.*



*Carbonatsystemmet:*

$C_0 = [\text{H}_2\text{CO}_3] = [\text{CO}_2]$  da ligevægt med luft,  $C_1 = [\text{HCO}_3^-]$ ,  $C_2 = [\text{CO}_3^{2-}]$

$\text{TUC} = C_0 + C_1 + C_2$

$$C_1 = \frac{\text{TUC}}{1 + \frac{C_H}{K_1} + \frac{K_2}{C_H}}$$

$$C_0 = \frac{C_H \times C_1}{K_1}$$

$$\alpha_0 = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}^+]^2 + K_1[\text{H}^+] + K_1K_2}$$

*Pesticid og  $\text{CO}_2$  koncentration*

*Headspace:*

*Vandvolumen:*

$$V_{\text{luft},x} = V_{\text{luft},x-1} + V_{\text{udtag}}$$

$$V_{\text{vand},x} = V_{\text{vand},x-1} - V_{\text{udtag}}$$

*MCPP- og CO<sub>2</sub>- konc. i vandfasen ( $C_{\text{vand, MCPP}}$  og  $C_{\text{vand, CO}_2}$ ) er begge målte, men der korrigeres for baggrundstråling (DPM/ml):*

$$C_{\text{vand, MCPP eller CO}_2} = ((C_{\text{målt}} - C_{\text{baggrund}}) / V_{\text{målt}}) / C_{\text{vand, 0}}$$

*Hvor  $V_{\text{målt}}$  er det vandvolumen, der måles på og  $C_{\text{vand, 0}}$  er initialkoncentrationen.*

*Tilsat fra starten ( $t=0$ ):*

$$M_0 = C_{\text{vand, 0}} \times V_{\text{vand, 0}}$$

*Pesticid masse ( $t=x$ ):*

$$M_{0,x} = M_0 - MCPP_{\text{korr}}$$

*hvor (masse fjernet)*

$$MCPP_{\text{korr}} = \text{summen af } [C_{\text{vand, MCPP, x-1}} \times V_{\text{udtag, x}} + MCPP_{\text{x-2}} \times V_{\text{udtag, x-1}} + \dots + C_{\text{vand, MCPP, 0}} \times V_{\text{udtag, 1}}]$$

*CO<sub>2</sub> konc i headspace:*

$$C_{\text{CO}_2, \text{luft, x}} = (C_{\text{vand, CO}_2, x} \times V_{\text{luft, x}} \times \alpha \times K_H) / V_{\text{vand, x}}$$

*Masse af CO<sub>2</sub> i systemmet:*

$$M_{\text{CO}_2, \text{flaske}} = (C_{\text{CO}_2, \text{luft}} + C_{\text{vand, CO}_2}) \times V_{\text{vand}}$$

*Total masse af CO<sub>2</sub>:*

$$M_{\text{CO}_2, \text{total}} = M_{\text{CO}_2, \text{flaske}} + M_{\text{CO}_2, \text{korr}}$$

*hvor (masse fjernet)*

$$M_{\text{CO}_2, \text{korr}} = \text{summen af } [C_{\text{vand, CO}_2, x-1} \times V_{\text{udtag, x}} + C_{\text{CO}_2, x-2} \times V_{\text{udtag, x-1}} + \dots + C_{\text{vand, CO}_2, 0} \times V_{\text{udtag, 1}}]$$

*Nu kan  $C/C_0$  beregnes:*

$$(M_{\text{CO}_2, \text{total}} / M_{0,x}) \times 100\%$$

I Bilagstabel VIII er angivet hvilke værdier, der er anvendt ved korrigeringen i forbindelse med hovedundersøgelsen.

Resultater er angivet i Bilagstabel IX.

**Bilagstabel VIII: Anvendte parametre til udregning af CO<sub>2</sub> produktionen i bionedbrydningsforsøg og sorptionsforsøg i hovedundersøgelse.**

Parameter	Værdi
K <sub>1</sub> (10°C)	6,463
K <sub>2</sub> (10°C)	10,49
K <sub>H</sub> (10°C)	0,807
pH	7,5 (målt)
C <sub>0</sub> (teoretisk konc. 0,20 µg/L)	0,20 µg/L (målt)
C <sub>0</sub> (teoretisk konc. 0,14 µg/L)	0,14 µg/L (målt)
C <sub>0</sub> (teoretisk konc. 0,07 µg/L)	0,064 µg/L (målt)

**Bilagstabel IX: Bionedbrydningsforsøg opstillet i laboratoriet 1 døgn efter udtagning i forbindelse med hovedundersøgelsen. Resultater er angivet som procentdel af MCPP-initialkoncentrationen (henholdsvis 0,07, 0,14 og 0,2 µg/L) målt i filtreret (0,2 µm) og mineraliseret delprøve. # ikke-sterilt testvand.**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natrium-azid (2 g/L)	Delprøve- udtagning (timer)	Filtreret (rest i vandfase)				Mineraliseret (CO <sub>2</sub> -produktion)			
			g.s.	±	S.D.	n	g.s.	±	S.D.	n
MCPP-initialkoncentration: 0,2 µg/L										
-	-	0	100	±		3	0	±		3
		¼	101	±	1	3	2	±	0	3
		½	103	±	3	3	2	±	0	3
		1	106	±	1	3	3	±	0	3
		3	107	±	2	3	3	±	0	3
		24	105	±	2	3	2	±	1	3
-	+	0		±		3		±		3
		1		±		3		±		3
		24		±		3		±		3
0-20	-	0	100	±		3	0	±		3
		¼	89	±	1	3	3	±	0	3
		½	81	±	4	3	2	±	1	3
		¾	80	±	1	3	3	±	0	3
		1	80	±	4	3	4	±	0	3
		3	59	±	2	3	5	±	1	3
		6	40	±	1	3	12	±	1	3
		24	18	±	3	3	18	±	2	3
0-20	+	1	92	±	1	3	2	±	0	3
		24	86	±	1	3	2	±	0	3
20-40	-	1	76	±	1	3	3	±	0	3
		3	58	±	1	3	5	±	1	3
		6	40	±	2	3	14	±	2	3
		24	18	±	1	3	18	±	2	3
20-40	+	1	95	±	0	3	3	±	0	3
		24	87	±	2	3	2	±	1	3
40-60	-	1	84	±	2	3	3	±	2	3
		3	63	±	4	3	5	±	1	3
		6	45	±	3	3	9	±	2	3
		24	21	±	6	3	12	±	4	3
40-60	+	1	94	±	3	3	2	±	0	3
		24	89	±	3	3	2	±	1	3
60-80	-	1	81	±	5	3	1	±	1	3
		3	51	±	1	3	8	±	0	3
		6	35	±	4	3	13	±	3	3
		24	14	±	1	3	16	±	5	3
60-80	+	1	89	±	0	3	2	±	0	3
		24	85	±	1	3	2	±	1	3

Tabel fortsættes næste side

Tabel fortsat fra forrige side

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natrium-azid (2 g/L)	Delprøve- udtagning (timer)	Filtreret (rest i vandfase)				Mineralisret (CO <sub>2</sub> -produktion)			
			g.s.	±	S.D.	n	g.s.	±	S.D.	n
MCP-PP-initialkoncentration: 0,14 µg/L										
-	+	0	100	±		3		±		3
		1	97	±	5	3	1	±	1	3
		1/4	89	±	2	3	2	±	1	3
		1/2	81	±	4	3	2	±	2	3
		3/4	80	±	5	3	2	±	2	3
0-20	-	1	80	±	2	3	3	±	1	3
		3	59	±	1	3	6	±	3	3
		1	97	±	5	3	1	±	1	3
MCP-PP-initialkoncentration: 0,07 µg/L										
-	+	0	100	±		3		±		3
		1	95	±	1	3	4	±	4	3
		1/4	98	±	3	3	3	±	4	3
		1/2	93	±	2	3	4	±	3	3
		3/4	91	±	1	3	3	±	1	3
0-20	-	1	86	±	14	3	6	±	5	3
		3	62	±	4	3	7	±	5	3
		1	95	±	1	3	4	±	4	3

## Sorptionsforsøg

### Generelt

- Alt glasudstyr blev syrevasket og brændt ved 550°C i 12 timer.
- Pipettespidser, teflonpropper, og udvejningsværktøjer blev autoklaveret ved 120°C i 20 minutter og efterfølgende tørret i ovn ved 60°C.
- Testvand var sterilfiltreret (0,2 µm filtre) færdigbehandlet vand tappet ved indløb til lille rentvandstank (RVT B, Figur 2).
- Batch blev inkuberet ved 10°C i mørke med rotation (1400 omdr./døgn.) i 48 timer, hvorefter ligevægt antages opnået.
- Delprøver blev udtaget i 20 mL PE vials, der blev vejjet før og efter udtagelse til bestemmelse af udtagne prøvevolumen.
- Delprøver blev tilsat scintillationsvæske (OptiPhase "Hisafe" 3, Wallac) forud for tælling på scintillations-apparat 1414 WinSpectral™, Wallac, som tæller <sup>14</sup>C-aktiviteten (DPM) i den enkelte prøve.

Sorptionen beregnes ud fra følgende udtryk (OECD 106, 2000):

$$A_t = \frac{m_s^{ads}(t) \cdot 100}{m_0} (\%) = \frac{[(C_0 \cdot V_0) - (C_{aq}^{ads}(t) \cdot V_0)] \cdot 100}{C_0 \cdot V_0} (\%) = \frac{[C_0 - C_{aq}^{ads}(t)] \cdot 100}{C_0} (\%)$$

$A_t$ : (ad)sorption i % til tiden t

$m_s^{ads}(t)$ : Masse af stof på filtermateriale til tiden t efter forsøgsstart

$m_0$ : Masse af stof i batch til tiden 0, ved forsøgsstart

$C_0$ : Initial koncentration af stof i kontakt med filtermateriale

$C_{aq}^{ads}(t)$ : Stofkoncentration i vandet til tiden t efter forsøgsstart

$V_0$ : Initial volumen af vand i kontakt med filtermateriale til tiden 0, ved forsøgsstart

Sorptionsligevægten imellem  $C_s$  og  $C_v$  antages at være indstillet efter 48 timer og dermed, at  $A_{48 \text{ timer}}$  er lig sorptionen ved ligevægt ( $A_{\text{ligevægt}}$ ).

Relationen imellem  $A_{\text{ligevægt}}$  og  $K_d$  er (OECD 106, 2000):

$$K_d = \frac{C_s}{C_v} = \frac{A_{\text{ligevægt}}}{100 - A_{\text{ligevægt}}} \cdot \frac{V_0}{m_{\text{filtersand (tør vægt)}}} \quad (\text{cm}^3 \text{ g}^{-1})$$

### Forundersøgelse

- På samme dag som forsøgsstart (ugen efter udtagning) blev der fremstillet en MCPP-brugsopløsning (140 µg/L <sup>14</sup>C-mærkede MCPP) i MilliQ-vand ud fra en stamopløsning på 5 mg <sup>14</sup>C-MCPP/L.
- Batch blev opstillet i 50 mL serumsflasker med teflonprop og aluminiumslåg med 20 g testvand og 20 g vådt filtersand.
- Natriumazid blev tilsat til en koncentration på 2 g/L.



- Hver batch blev med pipette tilsat 0,5 mL af MCPP-brugsopløsningen til en koncentration på 0,2 µg/L.
- Ca. 10 mL delprøve blev udtaget med 10 mL engangssprøjter og filtreret (0,2 µm PTFE (Advantec/MFS 13 HP))<sup>3</sup> over i 20 mL vial.
- De filtrerede prøver blev tilsat 15 mL scintillationsvæske og talt over 20 minutter.

I Bilagstabel X ses hvilke batch, der blev opstillet, og hvornår der blev udtaget delprøver. Resultater er angivet i Bilagstabel XI. Vandindholdet i det våde filtersand er på baggrund af tørvægtsbestemmelserne i Bilag E sat til 1 % for alle tre dybder, hvorudfra  $K_d$ -værdier er beregnet i Bilagstabel XII.

**Bilagstabel X: Sorptionsforsøg udført 1 uge efter udtagning i forbindelse med forundersøgelsen. Oversigt over opstillede batch og tidspunkter for delprøveudtagninger.**

MCPP-initialkoncentration: 0,2 µg/L			Delprøveudtagning	
Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natriumazid (2 g/L)	Antal Replika	Tid efter forsøgsstart (timer)	
			0	48
-	-	1	X	
0-10	+	3		X
10-20	+	3		X
20-30	+	3		X

<sup>3</sup> En tidligere undersøgelse af Clausen (1999) har vist, at maksimalt 3,9 % MCPP tilbageholdes i denne filtertype.

**Bilagstabel XI: Sorptionsforsøg opstillet 1 uge efter udtagning i forbindelse med forundersøgelsen. Resultater er angivet som procentdel af MCPP-initialkoncentrationen (0,2 µg/L).**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natrium-azid (2 g/L)	Antal replika	Delprøve- udtagning (timer)	A <sub>t</sub> (%)			
				g.s. ±	S.D. ±	n	
-	-	1	0	0	± < 0	3	
0-10	+	3	48	6	± < 0	3	
10-20	+	3	48	6	± < 0	3	
20-30	+	3	48	1	± < 0	2	

g.s: gennemsnit af "n" målinger, n: antal målinger.

**Bilagstabel XII: Beregning af K<sub>d</sub>-værdier baseret på sorptionsforsøg i forbindelse med forundersøgelsen. Initial MCPP-koncentration på 0,2 µg/L.**

Filtersand fra dybde (cm)	g.s. M <sub>filtersand</sub> (tort) (g)	g.s. V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )	g.s. V <sub>0</sub> /M <sub>filtersand</sub> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	Antal replika	K <sub>d</sub> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )
0-10	19,8	20,2	1,02	3	0,07
10-20	19,9	20,2	1,01	3	0,06
20-30	20,0	20,2	1,01	3	0,01

### Hovedundersøgelse

- Dagen før forsøgsstart blev batch opstillet 50 mL serumsflasker med teflonprop og aluminiumslåg med 20 g vådt filtersand.
- 10 mL natriumazid-opløsning (4 g/L fremstillet i testvand - det dobbelte af den endelige koncentration i batch) blev tilsat hver enkelt batch og henstod natten over ved 10°C.
- På samme dag som forsøgsstart blev der fremstillet en MCPP-brugsopløsning (0,4 µg/L) i testvand ud fra en 5 mg/L <sup>14</sup>C-MCPP-stamopløsning. Opløsningen blev således fremstillet dobbelt så stærk som den endelige koncentration i batch.
- Ved forsøgsstart blev 10 mL MCPP-brugsopløsning blev tilsat hver enkelt batch.
- Ca. 5 mL delprøve blev udtaget med 10 mL engangssprøjte og filtreret (0,2 µm PTFE (Advantec/MFS 13 HP)) over i 20 mL vial. Disse blev opsat som basefælder (som beskrevet for bionedbrydningsforsøgene, se Bilag C), til kontrol af abiotiske forhold.
- De filtrerede prøver og basefælder blev tilsat 18 mL scintillationsvæske og talt over 60 minutter.

I Bilagstabel XIII ses hvilke batch, der blev opstillet, og hvornår der blev udtaget delprøver. Resultater er angivet i Bilagstabel XIV. K<sub>d</sub>-værdier, beregnet som for forundersøgelsen, er angivet i Bilagstabel XV.

**Bilagstabel XIII: Sorptionsforsøg opstillet 2 døgn efter udtagning i forbindelse med hovedundersøgelsen. Oversigt over opstillede batch og tidspunkter for delprøveudtagninger.**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natriumazid (2 g/L)	Antal replika	Delprøveudtagning Tid efter forsøgsstart (timer)	
			0	48
-	-	3	X	
0-20	+	3		X
20-40	+	3		X
40-60	+	3		X
60-80	+	3		X

**Bilagstabel XIV: Sorptionsforsøg opstillet 2 døgn efter udtagning i forbindelse med hovedundersøgelsen. Resultater er angivet som procentdel af MCPP-initialkoncentrationen (0,2 µg/L).**

Filtersand fra dybde (cm)	(Abiotisk kontrol) Natrium-azid (2 g/L)	Antal replika	Prøvetagnings-Tidspunkt (timer)	A <sub>t</sub> (%)			
				g.s.	±	S.D.	n
-	+	3	0	0	±	-	3
0-20	+	3	48	21	±	0,3	2
20-40	+	3	48	16	±	2	3
40-60	+	3	48	12	±	0,4	2
60-80	+	3	48	7	±	1	3

g.s.: gennemsnit af ”n” målinger, n: antal målinger.

**Bilagstabel XV: Beregning af K<sub>d</sub>-værdier baseret på sorptionsforsøg i forbindelse med hovedundersøgelsen. Initial MCPP-koncentrationen på 0,2 µg/L.**

Filtersand fra dybde (cm)	g.s. M <sub>filtersand</sub> (tørt) (g)	g.s. V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )	g.s. V <sub>0</sub> /M <sub>filtersand</sub> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	Antal replika	K <sub>d</sub> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )
0-20	39,6	40,4	1,02	3	0,27
20-40	19,8	20,2	1,02	3	0,19
40-60	19,8	20,2	1,02	3	0,14
60-80	19,8	20,2	1,02	3	0,08

## Filtersandskarakterisering

I hovedundersøgelsen blev filtersandet karakteriseret ved partikelstørrelsesanalyse, tørvægtsbestemmelse, samt bestemmelse af TOC-, jern- og manganindhold.

### Partikelstørrelsesanalyse

- Udvejet delprøve af filtersandet tørres ved 105°C natten over.
- Udvej sæt af sigtebakker med sigtestørrelser: 2,0; 1,0; 0,5; 0,355; 0,250; 0,180; 0,125; ,090; 0,063 mm.
- Udvej den tørret prøve
- Tilsæt filtersandet til sigtesættet og placer i sigtemaskinen
- Sigt i 15 min ved amplitude på
- Udvej hver enkel sigte og bundbakke

Indfør data i enkeltlogaritmisk diagram og aflæs uenformighedstal og sorteringsgrad.

Resultater for bestemmelsen i de fire filterdybder ses i Boks 1-4.

**Boks 1: Partikelstørrelsesanalyse for dybden 0-20 cm.**

PRØVE						
prøve nr.	CAF, Dybde-1	Dato	21092006	Sign		
Prøvens total vægt		59.93	gram	min sigtet		
Sigtetab %		-0.08				
Maskevidde- d mm	Sigte+prøve	sigte	Vægt i sigte g	Vægt procent	på kurve	Kumulativ vægt procent
				0.00		
			0	0.00		100.00
			0	0.00		100.00
2.000	146.36	135.79	10.57	17.62		100.00
1.000	165.60	118.74	46.86	78.13	2.000	82.38
0.600	117.80	117.45	0.35	0.58	1.000	4.25
0.355	106.94	106.86	0.08	0.13	0.600	3.67
0.250	105.76	105.56	0.2	0.33	0.355	3.53
0.180	104.57	104.25	0.32	0.53	0.250	3.20
0.125	104.09	103.57	0.52	0.87	0.180	2.67
0.090	102.77	102.42	0.35	0.58	0.125	1.80
0.063	104.09	103.80	0.29	0.48	0.090	1.22
Bund	75.06	74.62	0.44	0.73	0.063	0.73
Sum			59.98	100.00		

Middel-kornstørrelse diameter ved 50 %	d 50	1.54
Aflæs diameter ved 60 %	d 60	1.66
Aflæs diameter ved 10 %	d 10	1.08
Uensformighedstal	u=d 60% / d 10%	1.5
Sorteringsgrad	So =KVROD(% d 75 /% d 25)	1.2
Aflæs	d 75	1.89
	d 25	1.25

**Boks 2: Partikelstørrelsesanalyse for dybden 20-40 cm.**

PRØVE

prøve nr.

CAF, Dybde-2

Dato

21092006

Sign

Prøvens total vægt

73.37

gram

min sigtet

Sigtetab %

-0.04

Maskevidde- d mm	Sigte+prøve	sigte	Vægt i sigte g	Vægt procent	på kurve	Kumulativ vægt procent
				0.00		
			0	0.00		100.00
			0	0.00		100.00
2.000	149.73	135.78	13.95	19.01		100.00
1.000	175.37	118.74	56.63	77.15	2.000	80.99
0.600	117.77	117.45	0.32	0.44	1.000	3.84
0.355	106.94	106.85	0.09	0.12	0.600	3.41
0.250	105.8	105.56	0.24	0.33	0.355	3.28
0.180	104.64	104.25	0.39	0.53	0.250	2.96
0.125	104.15	103.58	0.57	0.78	0.180	2.43
0.090	102.81	102.43	0.38	0.52	0.125	1.65
0.063	104.13	103.81	0.32	0.44	0.090	1.13
Bund	75.14	74.63	0.51	0.69	0.063	0.69
Sum			73.4	100.00		

Middel-kornstørrelse diameter ved 50 %

Aflæs diameter ved 60 %

Aflæs diameter ved 10 %

Uensformighedstal

Sorteringsgrad

Aflæs

d 50

d 60

d 10

u=d 60% / d 10%

So =KVROD(% d 75 /% d 25)

d 75

d 25

1.55

1.68

1.09

1.5

1.2

1.91

1.26

**Boks 3: Partikelstørrelsesanalyse for dybden 40-60 cm.**

PRØVE						
prøve nr.	CAF, Dybde-3	Dato	21092006	Sign		
Prøvens total vægt		72.19	gram	min sigtet		
Sigtetab %	-0.11					
Maskevidde- d mm	Sigte+prøve	sigte	Vægt i sigte g	Vægt procent	på kurve	Kumulativ vægt procent
				0.00		
			0	0.00		100.00
			0	0.00		100.00
2.000	148.48	135.79	12.69	17.56		100.00
1.000	175.48	118.76	56.72	78.48	2.000	82.44
0.600	117.85	117.44	0.41	0.57	1.000	3.96
0.355	106.95	106.85	0.1	0.14	0.600	3.39
0.250	105.78	105.56	0.22	0.30	0.355	3.25
0.180	104.58	104.23	0.35	0.48	0.250	2.95
0.125	104.11	103.57	0.54	0.75	0.180	2.46
0.090	102.80	102.40	0.4	0.55	0.125	1.72
0.063	104.13	103.79	0.34	0.47	0.090	1.16
Bund	75.13	74.63	0.5	0.69	0.063	0.69
Sum			72.27	100.00		

Middel-kornstørrelse diameter ved 50 %	d 50	1.54
Aflæs diameter ved 60 %	d 60	1.67
Aflæs diameter ved 10 %	d 10	1.09
Uensformighedstal	u=d 60% / d 10%	1.5
Sorteringsgrad	So =KVROD(% d 75 /% d 25)	1.2
Aflæs	d 75	1.88
	d 25	1.25

**Boks 4: Partikelstørrelsesanalyse for dybden 60-80 cm.**

PRØVE						
prøve nr.	CAF, Dybde-4	Dato	21092006	Sign		
Prøvens total vægt		96.5	gram	min sigtet		
Sigtetab %	0.10					
Maskevidde- d mm	Sigte+prøve	sigte	Vægt i sigte g	Vægt procent	på kurve	Kumulativ vægt procent
				0.00		
			0	0.00		100.00
			0	0.00		100.00
2.000	156.20	135.80	20.4	21.16		100.00
1.000	192.08	118.77	73.31	76.05	2.000	78.84
0.600	117.78	117.46	0.32	0.33	1.000	2.79
0.355	106.93	106.86	0.07	0.07	0.600	2.46
0.250	105.73	105.57	0.16	0.17	0.355	2.39
0.180	104.55	104.25	0.3	0.31	0.250	2.22
0.125	104.10	103.58	0.52	0.54	0.180	1.91
0.090	102.84	102.43	0.41	0.43	0.125	1.37
0.063	104.15	103.81	0.34	0.35	0.090	0.94
Bund	75.21	74.64	0.57	0.59	0.063	0.59
Sum			96.4	100.00		

Kornstørrelse i mm  
Dybde 60-80 cm

Middel-kornstørrelse diameter ved 50 %	d 50	1.56
Aflæs diameter ved 60 %	d 60	1.7
Aflæs diameter ved 10 %	d 10	1.1
Uensformighedstal	u=d 60% / d 10%	1.5
Sorteringsgrad	So =KVROD(% d 75 /% d 25)	1.2
Aflæs	d 75	1.94
	d 25	1.27



## Tørvægtsbestemmelse

- Før brug blev bægerglas syrevasket og brændt ved 550° C i 12 timer
- Bægerglas med ca. 15 g vådt filtersand fra de nye efterfiltre blev afvejet og tørret i ovn ved 105° C i 12 timer.
- Efter tørring blev bægerglas med filtersand afvejet på ny og vandindholdet i filtersandsprøver blev bestemt, se Bilagstabel XVI.

**Bilagstabel XVI: Tørvægtsbestemmelse på filtersand udtaget fra 4 dybder gennem nye efterfilter – august 2006.**

Prøve med filtersand fra dybde (cm)	Bægerglas + filtersand (g)		Vandindhold i %		
	vådt	tørt	Replik a	g.s	S.D.
0-20	61,69	61,05	1,0		
	58,03	57,53	0,9	1,0	0,1
	55,75	55,12	1,1		
20-40	60,54	59,89	1,1		
	58,15	57,65	0,9	0,9	0,1
	57,17	56,66	0,9		
40-60	62,38	61,72	1,1		
	59,99	59,31	1,1	1,1	0,1
	57,21	56,66	0,1		
60-80	58,57	58,04	0,9		
	59,83	59,12	1,2	1,2	0,3
	61,15	60,29	1,4		

g.s: gennemsnit af målinger.

## TOC bestemmelse

Filtersandet tørres ved 105°C grader. Prøve forbehandles gentagende gange med H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> for at fjerne evt. uorganisk carbon. Efter sidste behandling med H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> tørres prøven ved 90°C i 12 timer. Prøvens indhold af total organisk carbon (TOC) analyseres på en Leco Analyzer (Leco Cs-225) efter intern forskrift (Leco 16/-2004). Prøven brændes af ved 800°C i en induktionsovn og forbrændingsgassens indhold af CO<sub>2</sub> detekteres ved hjælp af en IR-detektor, hvorved prøvens indhold af TOC bestemmes.

Resultater for bestemmelserne er angivet i Bilagstabel XVII.

**Bilagstabel XVII: TOC bestemmelse på filtersand udtaget ned gennem nye efterfiltre – august 2006.**

Filtersand fra dybde (cm)	TOC %		
	Replika	Gennemsnit	S.D.
0-20	0,13	0,13	0,00
	0,14		
	0,13		
20-40	0,11	0,11	0,01
	0,11		
	0,10		
40-60	0,09	0,10	0,01
	0,11		
	0,10		
60-80	0,15	0,14	0,01
	0,13		
	0,14		

## Bestemmelse af jern og mangan

### Fremgangsmåde

- Filtersand blev knust med en ringknuser (hastighed  $710 \text{ min}^{-1}$  i 2 X 30 sek). Imellem hver prøve blev ringknuseren rengjort med 96 % ethanol og rykluft.
- Knust filtersand blev opløst i 25 mL 7 M  $\text{HNO}_3$  og autoklaveret ved  $120^\circ\text{C}$  i 30 min, hvorved udfældet jern og mangan opløstes.
- Opløsningen blev filtreret (00R ~regulær filter st.).
- Jern og mangan blev analyseret ved atomspektrometri: Ved måling af jern (total) blev der brugt en lampe med bølglængden 248,33 nm. Detektionsgrænsen var 0,04 mg/L. Ved måling af Mangan (total) blev der brugt en lampe med bølglængden 279,83 nm. Detektionsgrænse på 0,02 mg/L.
- Jern- og mangan kalibreringskurver blev fremstillet (linære):
  - Fe standardrække 0,5-3 mg/L,  $R^2 = 0,99123$
  - Mn standardrække 0,25-1,5 mg/L,  $R^2 = 0,998614$
- Både i jern- og mangananalysen blev prøverne fortyndet en faktor 100, så de målte absorptionsværdier lå inden på kalibreringskurverne (fortyndingsmedie: 1%  $\text{HNO}_3$  i destilleret vand).
- Imellem hver prøve blev slangen, der sugede prøvevolumen op, gennemskyllet á 2 gange med destilleret vand, så en kontaminering fra den ene til den anden prøve blev undgået (der blev opsuget fra to kolber med destilleret vand).

Resultatet er angivet i Bilagstabel XVIII sammen med standardafvigelser for bestemmelserne.

**Bilagstabel XVIII: Jern- og mangan-bestemmelse på filtersand udtaget ned gennem nye efterfiltre – august 2006.**

Filtersand fra dybde (cm)	mg/g filtersand							
	g.s.	Fe (total)			Mn (total)			
		±	S.D.	n	g.s.	±	S.D.	n
0-20	8,5	±	0,6	9	5,5	±	0,05	6
20-40	7,6	±	0,0	3	5,4	±	0,01	3
40-60	7,5	±	0,1	6	5,2	±	0,04	6
60-80	6,1	±	0,1	3	4,4	±	0,01	3

g.s: Gennemsnit af "n" målinger, n: antal målinger.

# Analysereporter Eurofins

Eurofins Danmark A/S  
Smødeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4286  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Att.: Erik Arvin

Registrernr.: 664800  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480001

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent..... Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested..... Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype..... Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning... 2006.04.05 kl. 13:00  
Prøvetager..... Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode... 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvemærke:	RV	**Grænseværdier			RSD (%)
		Vejl.	Max.	Metoder	
Coliforme bakterier 37 °C	<1 ant./100ml		i.m.	Colilert®	
E. coli	<1 ant./100ml		i.m.	Colilert®	
Kimtal ved 22 °C, GEA	<1 Antal/ml		50	DS/EN/ISO 6222	
Kimtal ved 37 °C, GEA	<1 Antal/ml		5	DS/EN ISO 6222	
pH	7.5 pH		7.0-8.5	DS 287	
Ledningsevne	100 mS/m		>30	MK4258-DS2788	5
Hardhed, total	23.4 H grader	5-30		SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)	140 mg/l			SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)	15 mg/l		50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)	3.7 mg/l		10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)	49 mg/l		175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)	4.6 mg/l		0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)	0.23 mg/l		0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium	0.59 mg/l		0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit	0.11 mg/l		0.01	DS 222	10
Nitrat	<0.50 mg/l		50	MK8021DSEN10304	10
Total-P	0.11 mg/l		0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid	70 mg/l		250	MK8021DSEN10304	10
Fluorid	0.36 mg/l		1.5	MK8021DSEN10304	10
Sulfat	170 mg/l		250	MK8021DSEN10304	10
Aggressiv kuldioxid	<2.0 mg/l		2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat	357 mg/l	>100		MK4215-DS236	5
Turbiditet	70 FTU		0.3	MK4259DSEN27027	10
Farvetal, Pt	60 mgPt/l		5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest	680 mg/l		1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold	0.8 mg/l		> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof	4.1 mg/l		4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S	<0.02 mg/l		0.05	DS278	14
Methan	<0.005 mg/l		0.01	GC/FID	19

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Teknisk forklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664800  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480001

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent..... Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested..... Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype..... Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøvedudtagning... 2006.04.05 kl. 13:00  
Prøvetager..... Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode... 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66480001				
Prøve ID:		**Grænseverdier			RSD
Prøvemærke:	RV	Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<hr/>					
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCPFP)	0.037 µg/l		0.1	MK8212-LC/MS	15
<hr/>					
<u>Oplysninger fra prøvetageren:</u>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.8 gr. C			DS2250	
pH	7.2 pH		7.0-8.5	DS287	

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664803  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480301

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 13:30  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode....: 2006.04.05 - 2006.05.03

	Prøvenr.: 66480301	Prøve ID:	Prøvemærke:	ELR	**Grænseværdier			RSD (%)
					Vejl.	Max.	Metoder	
Coliforme bakterier 37 °C				<1 ant./100ml			i.m. Colilert®	
E. coli				<1 ant./100ml			i.m. Colilert®	
Kimtal ved 22 °C, GEA				<1 Antal/ml		50	DS/EN/ISO 6222	
Kimtal ved 37 °C, GEA				<1 Antal/ml		5	DS/EN ISO 6222	
Ledningsevne				100 mS/m		>30	MK4258-DSN2788	5
Hårdhed, total				24.8 H grader	5-30		SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)				150 mg/l			SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)				16 mg/l		50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)				4.0 mg/l		10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)				54 mg/l		175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)				4.5 mg/l		0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)				0.24 mg/l		0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium				0.46 mg/l		0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit				0.032 mg/l		0.01	DS 222	10
Nitrat				<0.50 mg/l		50	MK8021DSN10304	10
Total-P				0.099 mg/l		0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid				69 mg/l		250	MK8021DSN10304	10
Fluorid				0.35 mg/l		1.5	MK8021DSN10304	10
Sulfat				170 mg/l		250	MK8021DSN10304	10
Aggressiv kuldioxid				<2.0 mg/l		2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat				357 mg/l	>100		MK4215-DSN9963	5
Turbiditet				42 FTU		0.3	MK4259DSN27027	10
Farvetal, Pt				6.6 mgPt/l		5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest				680 mg/l		1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold				10.6 mg/l		> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof				3.7 mg/l		4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S				<0.02 mg/l		0.05	DS278	14
Methan				<0.005 mg/l		0.01	GC/FID	19

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.

> : større end. i.m.: ikke målelig.

# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664803  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480301

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøvedtagning...: 2006.04.05 kl. 13:30  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.: 66480301		**Grænseverdier			RSD
Prøve ID:					
Prøvemærke: ELR		Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCP)	0.039 µg/l		0.1	MS2212-LC/MS	15
<b>Oplysninger fra prøvetageren:</b>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.8 gr. C			DS2250	
pH	7.7 pH		7.0-8.5	DS287	

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664802  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480201

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 13:45  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66480201					
Prøve ID:			**Grænseværdier		RSD	
Prøvemærke:	EFF 1		Vejl.	Max.	Metoder	(%)
Coliforme bakterier 37 °C	<1 ant./100ml			i.m.	Colilert®	
E. coli	<1 ant./100ml			i.m.	Colilert®	
Kimtal ved 22 °C, GEA	1 Antal/ml			50	DS/EN/ISO 6222	
Kimtal ved 37 °C, GEA	<1 Antal/ml			5	DS/EN ISO 6222	
Ledningsevne	100 mS/m			>30	MK4258-DSN2788	5
Hårdhed, total	23.5 H grader	5-30			SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)	140 mg/l				SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)	15 mg/l			50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)	3.7 mg/l			10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)	47 mg/l			175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)	1.8 mg/l			0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)	0.12 mg/l			0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium	0.21 mg/l			0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit	0.020 mg/l			0.01	DS 222	10
Nitrat	1.0 mg/l			50	MK8021DSN10304	10
Total-P	0.053 mg/l			0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid	66 mg/l			250	MK8021DSN10304	10
Fluorid	0.28 mg/l			1.5	MK8021DSN10304	10
Sulfat	160 mg/l			250	MK8021DSN10304	10
Aggressiv kuldioxid	<2.0 mg/l			2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat	350 mg/l	>100			MK4215-DSN9963	5
Turbiditet	19 FTU			0.3	MK4259DSN27027	10
Farvetal, Pt	6.6 mgPt/l			5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest	680 mg/l			1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold	9.4 mg/l			> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof	3.0 mg/l			4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S	<0.02 mg/l			0.05	DS278	14
Methan	<0.005 mg/l			0.01	GC/FID	19

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.



Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664802  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480201

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 13:45  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode....: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66480201				
Prøve ID:		**Grænseverdier			RSD
Prøvemærke:	EFF 1	Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<hr/>					
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCP)	0.037 µg/l		0.1	MS212-LC/MS	15
 <u>Oplysninger fra prøvetageren:</u>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.6 gr. C			DS2250	
pH	7.5 pH		7.0-8.5	DS287	

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664801  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480101

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 14:00  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66480101	**Grænseverdier			RSD
Prøve ID:					(%)
Prøvemærke:	EFF 2	Vejl.	Max.	Metoder	
Coliforme bakterier 37 °C	<1 ant./100ml			i.m. Colilert®	
E. coli	<1 ant./100ml			i.m. Colilert®	
Kimtal ved 22 °C, GEA	46 Antal/ml		50	DS/EN/ISO 6222	
Kimtal ved 37 °C, GEA	<1 Antal/ml		5	DS/EN ISO 6222	
Ledningsevne	100 mS/m		>30	MK4258-DSEN2788	5
Hårdhed, total	23.3 H grader	5-30		SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)	140 mg/l			SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)	15 mg/l		50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)	3.7 mg/l		10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)	49 mg/l		175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)	0.94 mg/l		0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)	0.20 mg/l		0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium	0.46 mg/l		0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit	0.006 mg/l		0.01	DS 222	10
Nitrat	<0.50 mg/l		50	MK8021DSEN10304	10
Total-P	0.027 mg/l		0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid	70 mg/l		250	MK8021DSEN10304	10
Fluorid	0.33 mg/l		1.5	MK8021DSEN10304	10
Sulfat	170 mg/l		250	MK8021DSEN10304	10
Aggressiv kuldioxid	<2.0 mg/l		2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat	354 mg/l	>100		MK4215-DSEN9963	5
Turbiditet	8.3 FTU		0.3	MK4259DSEN27027	10
Farvetal, Pt	9.9 mgPt/l		5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest	690 mg/l		1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold	10.7 mg/l		> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof	3.5 mg/l		4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S	<0.02 mg/l		0.05	DS278	14
Methan	<0.005 mg/l		0.01	GC/FID	19

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.

> : større end. i.m.: ikke målelig.

# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664801  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66480101

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 14:00  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66480101				
Prøve ID:		**Grænseverdier			RSD
Prøvemærke:	EFF 2	Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<hr/>					
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCP)	0.040 µg/l		0.1	MS212-LC/MS	15
<hr/>					
<u>Oplysninger fra prøvetageren:</u>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.6 gr. C			DS2250	
pH	7.6 pH		7.0-8.5	DS287	

\*\*) Miljestyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Teknisk forklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664799  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479901

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 14:15  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

	Prøvenr.: 66479901	Prøve ID:	Prøvemærke: EFF 3	**Grænseværdier			RSD (%)
				Vejl.	Max.	Metoder	
Coliforme bakterier 37 °C	3 ant./100ml					i.m. Colilert®	
E. coli	<1 ant./100ml					i.m. Colilert®	
Kimtal ved 22 °C, GEA	2 Antal/ml				50	DS/EN/ISO 6222	
Kimtal ved 37 °C, GEA	3 Antal/ml				5	DS/EN ISO 6222	
Ledningsevne	100 mS/m				>30	MK4258-DS2788	5
Hårdhed, total	23.2 H grader			5-30		SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)	140 mg/l					SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)	15 mg/l				50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)	3.8 mg/l				10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)	49 mg/l				175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)	0.87 mg/l				0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)	0.040 mg/l				0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium	0.055 mg/l				0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit	<0.005 mg/l				0.01	DS 222	10
Nitrat	1.4 mg/l				50	MK8021DSEN10304	10
Total-P	0.023 mg/l				0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid	69 mg/l				250	MK8021DSEN10304	10
Fluorid	0.35 mg/l				1.5	MK8021DSEN10304	10
Sulfat	170 mg/l				250	MK8021DSEN10304	10
Aggressiv kuldioxid	<2.0 mg/l				2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat	336 mg/l			>100		MK4215-DS236	5
Turbiditet	7.8 FTU				0.3	MK4259DSEN27027	10
Farvetal, Pt	5.8 mgPt/l				5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest	670 mg/l				1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold	9.4 mg/l				> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof	3.3 mg/l				4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S	<0.02 mg/l				0.05	DS278	14
Methan	<0.005 mg/l				0.01	GC/FID	19

\*\*) Miljestyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.

> : større end. i.m.: ikke målelig.

# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664799  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479901

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøvedtagning...: 2006.04.05 kl. 14:15  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66479901				
Prøve ID:		**Grænseverdier			RSD
Prøvemærke:	EFF 3	Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCP)	0.043 µg/l	0.1	MK6212-LC/MS		15
<b>Oplysninger fra prøvetageren:</b>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.6 gr. C			DS2250	
pH	7.5 pH	7.0-8.5		DS287	

\*\*) Miljestyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Teknisk forklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664798  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479801

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent..... Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested..... Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype..... Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning... 2006.04.05 kl. 14:30  
Prøvetager..... Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode... 2006.04.05 - 2006.05.03

	Prøvenr.: 66479801	Prøve ID:	**Grænseværdier			RSD (%)
			Vejl.	Max.	Metoder	
Prøvemærke:	EFF					
Coliforme bakterier 37 °C	<1 ant./100ml			i.m.	Colilert®	
E. coli	<1 ant./100ml			i.m.	Colilert®	
Kintal ved 22 °C, GEA	39 Antal/ml			50	DS/EN/ISO 6222	
Kintal ved 37 °C, GEA	<1 Antal/ml			5	DS/EN ISO 6222	
Ledningsevne	100 mS/m			>30	MK4258-DSEN2788	5
Hårdhed, total	23.8 H grader		5-30		SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)	140 mg/l				SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)	16 mg/l			50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)	3.9 mg/l			10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)	51 mg/l			175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)	1.00 mg/l			0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)	0.16 mg/l			0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium	0.32 mg/l			0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit	0.007 mg/l			0.01	DS 222	10
Nitrat	0.58 mg/l			50	MK8021DSEN10304	10
Total-P	0.028 mg/l			0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid	70 mg/l			250	MK8021DSEN10304	10
Fluorid	0.32 mg/l			1.5	MK8021DSEN10304	10
Sulfat	170 mg/l			250	MK8021DSEN10304	10
Aggressiv kuldioxid	<2.0 mg/l			2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat	352 mg/l		>100		MK4215-DSEN9963	5
Turbiditet	9.0 FTU			0.3	MK4259DSEN27027	10
Farvetal, Pt	9.5 mgPt/l			5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest	680 mg/l			1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold	10.6 mg/l			> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof	3.3 mg/l			4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S	<0.02 mg/l			0.05	DS278	14
Methan	0.007 mg/l			0.01	GC/FID	19

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664798  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479801

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 14:30  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66479801				
Prøve ID:		**Grænseverdier			RSD
Prøvemærke:	EFF	Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<hr/>					
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCP)	0.037 µg/l		0.1	MS212-LC/MS	15
<hr/>					
<u>Oplysninger fra prøvetageren:</u>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.6 gr. C			DS2250	
pH	7.6 pH		7.0-8.5	DS287	

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664797  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479701

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent..... Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested..... Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype..... Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning... 2006.04.05 kl. 14:45  
Prøvetager..... Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode... 2006.04.05 - 2006.04.25

	Prøvenr.: 66479701	Prøve ID:	Prøvemærke: EGEF	**Grænseværdier		RSD (%)
				Vejl.	Max. Metoder	
Coliforme bakterier 37 °C	<1 ant./100ml				i.m. Colilert®	
E. coli	<1 ant./100ml				i.m. Colilert®	
Kimtal ved 22 °C, GEA	8 Antal/ml				50 DS/EN/ISO 6222	
Kimtal ved 37 °C, GEA	<1 Antal/ml				5 DS/EN ISO 6222	
Ledningsevne	100 mS/m				>30 MK4258-DSEN2788	5
Hårdhed, total	24.1 H grader			5-30	SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)	150 mg/l				SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)	15 mg/l				50 SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)	3.8 mg/l				10 SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)	48 mg/l				175 SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)	0.035 mg/l				0.1 SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)	<0.005 mg/l				0.02 SM3120-ICP	4
Ammonium	<0.0060 mg/l				0.05 DS/EN ISO 11732	10
Nitrit	<0.005 mg/l				0.01 DS 222	10
Nitrat	1.5 mg/l				50 MK8021DSEN10304	10
Total-P	<0.005 mg/l				0.15 ISO/DIS 15681	6
Chlorid	66 mg/l				250 MK8021DSEN10304	10
Fluorid	0.29 mg/l				1.5 MK8021DSEN10304	10
Sulfat	170 mg/l				250 MK8021DSEN10304	10
Aggressiv kuldioxid	<2.0 mg/l				2 MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat	344 mg/l			>100	MK4215-DSEN9963	5
Turbiditet	0.35 FTU				0.3 MK4259DSEN27027	10
Farvetal, Pt	5.8 mgPt/l				5 MK4240-DS289	10
Inddampningsrest	670 mg/l				1500 MK3003-DS204	10
Iltindhold	9.9 mg/l				> 5 DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof	3.1 mg/l				4 SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S	<0.02 mg/l				0.05 DS278	14
Methan	<0.005 mg/l				0.01 GC/FID	19

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.



Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664797  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479701

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 14:45  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.04.25

Prøvenr.:	66479701				
Prøve ID:		**Grænseverdier			RSD
Prøvemærke:	EGEF	Vejl.	Max.	Metoder	(%)
<hr/>					
<b>Pesticider</b>					
Mechlorprop (MCFP)	<0.010 µg/l		0.1	MK8212-LC/MS	15
<hr/>					
<u>Oplysninger fra prøvetageren:</u>					
Prøvens farve	farveløs			*VISUEL	
Prøvens klarhed	klar			*VISUEL	
Prøvens lugt	ingen			*ORGANOLEP	
Vandtemperatur	8.5 gr. C			DS2250	
pH	7.6 pH		7.0-8.5	DS287	

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Teknisk forklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

*Anette Nielsen*  
Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664796  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479601

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent..... Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested..... Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype..... Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning... 2006.04.05 kl. 16:40  
Prøvetager..... Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode... 2006.04.05 - 2006.05.03

	Prøvenr.: 66479601	Prøve ID:	Prøvemærke:	RVT	**Grænseverdier			RSD (%)
					Vejl.	Max.	Metoder	
Ledningsevne				100 mS/m		>30	MK4258-DSN2788	5
Hårdhed, total				24.3 H grader	5-30		SM3120-ICP	4.3
Calcium (Ca)				150 mg/l			SM3120-ICP	4.3
Magnesium (Mg)				16 mg/l		50	SM3120-ICP	3.6
Kalium (K)				3.8 mg/l		10	SM3120-ICP	3.0
Natrium (Na)				49 mg/l		175	SM3120-ICP	3.1
Jern (Fe)				0.018 mg/l		0.1	SM3120-ICP	5.0
Mangan (Mn)				<0.005 mg/l		0.02	SM3120-ICP	4
Ammonium				<0.0060 mg/l		0.05	DS/EN ISO 11732	10
Nitrit				<0.005 mg/l		0.01	DS 222	10
Nitrat				1.5 mg/l		50	MK8021DSN10304	10
Total-P				<0.005 mg/l		0.15	ISO/DIS 15681	6
Chlorid				65 mg/l		250	MK8021DSN10304	10
Fluorid				0.28 mg/l		1.5	MK8021DSN10304	10
Sulfat				170 mg/l		250	MK8021DSN10304	10
Aggressiv kuldioxid				<2.0 mg/l		2	MK4215-DS236	10
Hydrogencarbonat				345 mg/l	>100		MK4215-DSN9963	5
Turbiditet				0.15 FTU		0.3	MK4259DSN27027	10
Farvetal, Pt				6.1 mgPt/l		5	MK4240-DS289	10
Inddampningsrest				680 mg/l		1500	MK3003-DS204	10
Iltindhold				10.4 mg/l		> 5	DS/EN 25814-1	5
NVOC, ikke-flygt.org.kulstof				3.1 mg/l		4	SM 5310 A+B	5.0
Sulfid-S				<0.02 mg/l		0.05	DS278	14
Methan				<0.005 mg/l		0.01	GC/FID	19
<b>Pesticider</b>								
Mechlorprop (MCP)				<0.010 µg/l		0.1	MK8212-LC/MS	15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve farveløs

\*VISUEL

\*\*\*) Miljestyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 6196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 664796  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 66479601

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.04.05

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Udvidet kontrol  
Prøveudtagning...: 2006.04.05 kl. 16:40  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.04.05 - 2006.05.03

Prøvenr.:	66479601	**Grænseverdier			RSD
Prøve ID:		Vejl.	Max.	Metoder	(%)
Prøvemærke:	RVT				

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	8.6 gr. C	DS2250
pH	7.6 pH	7.0-8.5 DS227

\*\*) Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Anette Nielsen  
Kontaktperson

03. maj 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Att.: Erik Arvin

Registrernr.: 411892  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41189201

Modt. dato: 2006.08.16

Sidenr.: 1 af 1

## ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 11:45  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.04

Prøvenr.: 41189201				
Prøve ID:		Detekt.		RSD
Prøvemærke:	RV	grænse	Metoder	(%)
Jern (Fe)	4.4 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.22 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.55 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.044 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs	*VISUEL
Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.4 gr. C	DS2250
Iltindhold	3.4 mg/l	0.10 *DS2206
pH	7.1 pH	DS2287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411888  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188801

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 12:50  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.05

	Prøvenr.: 41188801			
	Prøve ID:		Detekt. grænse	RSD (%)
	Prøvemærke:	ELR	Metoder	
Jern (Fe)		3.3 mg/l	0.010	SM3120-ICP 15
Mangan (Mn)		0.22 mg/l	0.005	SM3120-ICP 15
Ammonium		0.49 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732 10
Mechlorprop (MCP)		0.043 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS 15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs	*VISUEL
Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.4 gr. C	DS2250
Iltindhold	10.3 mg/l	0.10 *DS2206
pH	7.6 pH	DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Att.: Erik Arvin

Registrernr.: 411891  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41189101

Modt. dato: 2006.08.16

Sidenr.: 1 af 1

## ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 12:10  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.05

	Prøvenr.: 41189101			
	Prøve ID:		Detekt.	RSD
	Prøvemærke:	EFF1	grænse	(%)
Jern (Fe)	0.56 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.16 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.35 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.042 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs		*VISUEL
Prøvens klarhed	klar		*VISUEL
Prøvens lugt	ingen		*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.7 gr. C		DS2250
Iltindhold	10.0 mg/l	0.10	*DS2206
pH	7.4 pH		DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411890  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41189001

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 12:20  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.05

	Prøvenr.: 41189001			
	Prøve ID:		Detekt. grænse	RSD (%)
	Prøvemærke: EFF 2		Metoder	
Jern (Fe)	0.31 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.18 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.29 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.047 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs		*VISUEL
Prøvens klarhed	klar		*VISUEL
Prøvens lugt	ingen		*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.7 gr. C		DS2250
Iltindhold	9.8 mg/l	0.10	*DS2206
pH	7.6 pH		DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

05. september 2006

*Anette Nielsen*  
Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Eurofins Danmark A/S  
Smedskovvej 38  
8464 Galtens  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411889  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188901

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 12:40  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.04

	Prøvenr.: 41188901			
	Prøve ID:		Detekt.	RSD
	Prøvemærke: EFF3		grænse	(%)
			Metoder	
Jern (Fe)	0.11 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.053 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.11 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.041 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs	*VISUEL
Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.5 gr. C	DS2250
Iltindhold	9.5 mg/l	0.10 *DS2206
pH	7.5 pH	DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

*Anette Nielsen*  
Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.



Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411885  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188501

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Kontr. org. mikroforuren.  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 14:30  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode....: 2006.08.16 - 2006.09.05

Prøvenr.: 41188501	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Prøve ID:			
Prøvemærke: EFF			
Jern (Fe)	0.22 mg/l	0.010 SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.14 mg/l	0.005 SM3120-ICP	15
Ammonium	0.27 mg/l	0.0060 DS/EN ISO 11732	10
<b>Chlorphenoler</b>			
2,4-dichlorphenol	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
2,6-dichlorphenol	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-GC/MS	15
4-chlor-2-methylphenol	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
<b>Pesticider</b>			
Atrazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Bentazon	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
4-CPP	<0.010 µg/l	0.010 *MK8212-LC/MS	15
Cyanazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
2,4-D	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Desethylatrazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Desisopropylatrazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Dichlorprop (2,4-DP)	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Dimethoat	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Dinoseb	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
DNOC	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Hexazinon	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Hydroxyatrazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Isoproturon	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
MCPA	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Mechlorprop (MCP)	0.046 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Metamitron	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Pendimethalin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Simazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15
Terbutylazin	<0.010 µg/l	0.010 MK8212-LC/MS	15

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Att.: Erik Arvin

Registrernr.: 411885  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188501

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Kontr. org. mikroforuren.  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 14:30  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.05

Prøvenr.:	41188501	Detekt.		RSD
Prøve ID:		grænse	Metoder	(%)
Prøvemærke:	EFF			

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs	*VISUEL
Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.5 gr. C	DS2250
Iltindhold	11.4 mg/l	0.10 *DS2206
pH	7.6 pH	DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



**DANAK**  
TEST Reg.nr. 168

 **eurofins**

Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411896  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41189601

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...:  
Prøvetager.....: Rekvirenten (CAF)  
Kundeoplysninger..  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.04

Prøvenr.: 41189601				
Prøve ID:		Detekt.		RSD
Prøvemærke: NEF, dybde 0-20 cm		grænse	Metoder	(%)
Jern (Fe)	0.099 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.11 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.21 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.045 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

  
Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411893  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41189301

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.17

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...:  
Prøvetager.....: Rekvirenten  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.17 - 2006.09.04

Prøvenr.: 41189301				
Prøve ID:		Detekt.		RSD
Prøvemærke: NEF dybde 20-40 cm		grænse	Metoder	(%)
Jern (Fe)	0.028 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.046 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.12 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.043 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411894  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41189401

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.17

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...:  
Prøvetager.....: Rekvirenten (CAF)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode....: 2006.08.17 - 2006.09.04

Prøvenr.: 41189401				
Prøve ID:		Detekt.		RSD
Prøvemærke: NEF dybde 40-60 cm		grænse	Metoder	(%)
Jern (Fe)	0.024 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	0.014 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.052 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.040 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

  
Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
 Smedskovvej 38  
 8464 Galten  
 Telefon: 7022 4266  
 CVR/VAT: DK-2884 8196



**DANAK**  
 TEST Reg.nr. 166

 **eurofins**

Danmarks Tekniske Universitet DTU  
 Institut for Miljø & Ressourcer  
 Bygningstorvet, Bygning 115  
 2800 Lyngby

Registrernr.: 411895  
 Kundenr.: 900232  
 Ordrenr.: 817744  
 Prøvenr.: 41189501

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
 Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
 Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
 Prøvetype.....: Drikkevand  
 Prøveudtagning...:  
 Prøvetager.....: Rekvirenten (CAF)  
 Kundeoplysninger.:  
 Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.04

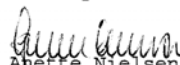
	Prøvenr.: 41189501			
	Prøve ID:		Detekt.	RSD
	Prøvemærke: NEF dybde 60-80 cm		grænse	(%)
			Metoder	
Jern (Fe)	0.045 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	<0.005 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.018 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	0.038 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
 < : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
 > : større end. i.m.: ikke målelig.  
 # : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
 Kontaktperson

05. september 2006

  
 Anette Nielsen  
 Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
 Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Registrernr.: 411887  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188701

Att.: Erik Arvin

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Kontr. org. mikroforuren.  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 13:10  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.05

	Prøvenr.: 41188701			
	Prøve ID:		Detekt.	RSD
	Prøvemærke:	ENEF	grænse	(%)
Jern (Fe)	<0.010 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	<0.005 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.012 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
<b>Chlorphenoler</b>				
2,4-dichlorphenol	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
2,6-dichlorphenol	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-GC/MS	15
4-chlor-2-methylphenol	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
<b>Pesticider</b>				
Atrazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Bentazon	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
4-CPP	<0.010 µg/l	0.010	*MK8212-LC/MS	15
Cyanazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
2,4-D	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Desethylatrazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Desisopropylatrazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
2,6-dichlorbenzamid (BAM)	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Dichlorprop (2,4-DP)	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Dimethoat	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Dinoseb	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
DNOC	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Hexazinon	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Hydroxyatrazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Isoproturon	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
MCPA	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Mechlorprop (MCP)	0.025 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Metamitron	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Pendimethalin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Simazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15
Terbutylazin	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Att.: Erik Arvin

Registrernr.: 411887  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188701

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 2 af 2

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: Kerteminde Vandværk - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand - Kontr. org. mikroforuren.  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 13:10  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.05

Prøvenr.:	41188701	Detekt.		RSD
Prøve ID:		grænse	Metoder	(%)
Prøvemærke:	ENEF			

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs	*VISUEL
Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	9.5 gr. C	DS2250
Iltindhold	10.4 mg/l	0.10 *DS2206
pH	7.5 pH	DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.



Eurofins Danmark A/S  
Smedeskovvej 38  
8464 Galten  
Telefon: 7022 4266  
CVR/VAT: DK-2884 8196



Danmarks Tekniske Universitet DTU  
Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115  
2800 Lyngby

Att.: Erik Arvin

Registrernr.: 411886  
Kundenr.: 900232  
Ordrenr.: 817744  
Prøvenr.: 41188601

Modt. dato: 2006.08.16

## ANALYSERAPPORT

Sidenr.: 1 af 1

Rekvirent.....: Danmarks Tekniske Universitet DTU, Institut for Miljø & Ressourcer  
Bygningstorvet, Bygning 115, 2800 Lyngby  
Prøvested.....: **Kerteminde Vandværk** - V01100001/4439000600  
Prøvetype.....: Drikkevand  
Prøveudtagning...: 2006.08.16 kl. 13:30  
Prøvetager.....: Rovesta Miljø I/S for Eurofins Danmark A/S (MAK)  
Kundeoplysninger.:  
Analyseperiode...: 2006.08.16 - 2006.09.04

	Prøvenr.: 41188601			
	Prøve ID:		Detekt.	RSD
	Prøvemærke:	RVT	grænse	(%)
Jern (Fe)	<0.010 mg/l	0.010	SM3120-ICP	15
Mangan (Mn)	<0.005 mg/l	0.005	SM3120-ICP	15
Ammonium	0.013 mg/l	0.0060	DS/EN ISO 11732	10
Mechlorprop (MCP)	<0.010 µg/l	0.010	MK8212-LC/MS	15

### Oplysninger fra prøvetageren:

Prøvens farve	farveløs	*VISUEL
Prøvens klarhed	klar	*VISUEL
Prøvens lugt	ingen	*ORGANOLEP
Vandtemperatur	10.8 gr. C	DS2250
Iltindhold	9.9 mg/l	0.10 *DS2206
pH	7.4 pH	DS287

\*) Ikke omfattet af akkrediteringen.

### Tegnforklaring:

RSD : Relativ Analyseusikkerhed.  
< : mindre end. i.p.: ikke påvist.  
> : større end. i.m.: ikke målelig.  
# : ingen af parametrene er påvist.

Rikard Jensen  
Kontaktperson

05. september 2006

Anette Nielsen  
Kvalitetssikring

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).  
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.